COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, QUAI DES AUGUSTINS, 55.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

En date du 13 Juillet 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CENT-DEUXIÈME

JANVIER — JUIN 1886.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55.

1886

ÉTAT DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

AU 1er JANVIER 1886.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

SECTION Ire. — *Géométrie.*

Messieurs :

HERMITE (Charles) (C. ✻).
BONNET (Pierre-Ossian) (O. ✻).
JORDAN (Marie-Ennemond-Camille) ✻.
DARBOUX (Jean-Gaston) ✻.
LAGUERRE (Edmond-Nicolas) (O. ✻).
N. . . . .

SECTION II. — *Mécanique.*

SAINT-VENANT (Adhémar-Jean-Claude BARRÉ DE) (O. ✻).
PHILLIPS (Édouard) (O. ✻).
RESAL (Henry-Amé) ✻.
LÉVY (Maurice) (O. ✻).
N. . . . .
N. . . . .

SECTION III. — *Astronomie.*

FAYE (Hervé-Auguste-Étienne-Albans) (C. ✻).
JANSSEN (Pierre-Jules-César) (O. ✻).
LŒWY (Maurice) (O. ✻).
MOUCHEZ (Contre-Amiral Ernest-Amédée-Barthélemy) (C. ✻).
TISSERAND (François-Félix) ✻.
WOLF (Charles-Joseph-Étienne) ✻.

SECTION IV. — *Géographie et Navigation.*

PARIS (Vice-Amiral François-Edmond) (G. C. ✻).
JURIEN DE LA GRAVIÈRE (Vice-Amiral Jean-Pierre-Edmond) (G. C. ✻).
ABBADIE (Antoine-Thompson D') ✻.
PERRIER (Colonel François) (C. ✻).
BOUQUET DE LA GRYE (Jean-Jacques-Anatole) (O. ✻).
GRANDIDIER (Alfred) ✻.

SECTION V. — *Physique générale.*

Messieurs :

FIZEAU (Armand-Hippolyte-Louis) (O. ✻).
BECQUEREL (Alexandre-Edmond) (C. ✻).
BERTHELOT (Marcelin-Pierre-Eugène) (C. ✻).
CORNU (Marie-Alfred) ✻.
MASCART (Éleuthère-Élie-Nicolas) (O. ✻).
N. . . . .

SCIENCES PHYSIQUES.

SECTION VI. — *Chimie.*

CHEVREUL (Michel-Eugène) (G. C. ✻).
FREMY (Edmond) (C. ✻).
CAHOURS (Auguste-André-Thomas) (C. ✻).
DEBRAY (Jules-Henri) (O. ✻).
FRIEDEL (Charles) ✻.
TROOST (Louis-Joseph) ✻.

SECTION VII. — *Minéralogie.*

DAUBRÉE (Gabriel-Auguste) (G. O. ✻).
PASTEUR (Louis) (G. C. ✻).
DES CLOIZEAUX (Alfred-Louis-Olivier LEGRAND) ✻.
HÉBERT (Edmond) (O. ✻).
FOUQUÉ (Ferdinand-André) ✻.
GAUDRY (Jean-Albert) ✻.

SECTION VIII. — *Botanique.*

DUCHARTRE (Pierre-Étienne-Simon) (O. ✻).
NAUDIN (Charles-Victor) ✻.
TRÉCUL (Auguste-Adolphe-Lucien).
CHATIN (Gaspard-Adolphe) (O. ✻).
VAN TIEGHEM (Philippe-Édouard-Léon) ✻.
N. . . . .

SECTION IX. — *Économie rurale.*

Messieurs :

BOUSSINGAULT (Jean-Baptiste-Joseph-Dieudonné) (G. O. ✻).
PELIGOT (Eugène-Melchior) (G. O. ✻).
MANGON (Charles-François-Hervé) (C. ✻).
SCHLŒSING (Jean-Jacques-Théophile) (O. ✻).
REISET (Jules) (O. ✻).
N. . . . .

SECTION X. — *Anatomie et Zoologie.*

QUATREFAGES DE BRÉAU (Jean-Louis-Armand DE) (C. ✻).
BLANCHARD (Charles-Émile) (O. ✻).
LACAZE-DUTHIERS (Félix-Joseph-Henri DE) (O. ✻).
EDWARDS (Alphonse-MILNE) (O. ✻).
N. . . . .
N. . . . .

SECTION XI. — *Médecine et Chirurgie.*

GOSSELIN (Athanase-Léon) (C. ✻).
VULPIAN (Edme-Félix-Alfred) (O. ✻).
MAREY (Étienne-Jules) (O ✻).
BERT (Paul).
RICHET (Didier-Dominique-Alfred) (C. ✻).
CHARCOT (Jean-Martin) (O. ✻).

SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

BERTRAND (Joseph-Louis-François) (C. ✻), pour les Sciences mathématiques.

JAMIN (Jules-Célestin) (C. ✻), pour les Sciences physiques.

ACADÉMICIENS LIBRES.

Messieurs :

LARREY (le Baron Félix-Hippolyte) (G. O. ❄).
COSSON (Ernest-Saint-Charles) O. ❄.
LESSEPS (Ferdinand-Marie DE) (G. C. ❄).
FAVÉ (Général Idelphonse) (G. O. ❄).
DAMOUR (Augustin-Alexis) (O. ❄).
LALANNE (Léon-Louis CHRÉTIEN-) (G. O. ❄).
FREYCINET (Charles-Louis DE SAULCES DE) (O. ❄).
HATON DE LA GOUPILLIÈRE (Julien-Napoléon) ❄.
JONQUIÈRES (Vice-Amiral Jean-Philippe-Ernest DE FAUQUE DE) (G. O. ❄).
CAILLETET (Louis-Paul) ❄.

ASSOCIÉS ÉTRANGERS.

OWEN (Sir Richard) (O. ❄), à Londres.
KUMMER (Ernest-Édouard), à Berlin.
AIRY (Sir George-Biddell) ❄, à Greenwich.
TCHÉBICHEFF (Pafnutij), à Saint-Pétersbourg.
CANDOLLE (Alphonse DE) ❄, à Genève.
S. M. Dom PEDRO D'ALCANTARA (G. C. ❄), Empereur du Brésil.
THOMSON (Sir William) (C. ❄), à Glascow.
BUNSEN (Robert-Wilhelm-Eberhard) (O. ❄), à Heidelberg.

CORRESPONDANTS.

NOTA — Le règlement du 6 juin 1808 donne à chaque Section le nombre de Correspondants suivant.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

SECTION Ire. — *Géométrie* (6).

NEUMANN (Franz-Ernest), à Kœnigsberg.
SYLVESTER (James-Joseph), à Baltimore.
WEIERSTRASS (Charles) ❄, à Berlin.
KRONECKER (Léopold) ❄, à Berlin.
BRIOSCHI (François), à Milan.
SALMON (George), à Dublin.

Section II. — *Mécanique* (6).

Messieurs :

Clausius (Julius-Emmanuel-Rudolph) (O. ☼), à Bonn.
Caligny (Anatolé-François Hüe, Marquis de) ☼, à Versailles.
Broch (Ole-Jacob) (O. ☼), à Christiania.
Boileau (Pierre-Prosper) (O. ☼), à Versailles.
Colladon (Jean-Daniel) ☼, à Genève.
Dausse (Marie-François-Benjamin) ☼, à Grenoble.

Section III. — *Astronomie* (16).

Hind (John-Russell), à Londres.
Adams (J.-C.), à Cambridge.
Cayley (Arthur), à Londres.
Struve (Otto-Wilhelm) (C. ☼), à Pulkova.
Lockyer (Joseph-Norman), à Londres.
Huggins (William), à Londres.
Newcomb (Simon), à Washington.
Stephan (Jean-Marie-Édouard), ☼, à Marseille.
Oppolzer (Théodore d') (O. ☼), à Vienne.
Hall (Asaph), à Washington.
Gyldén (Jean-Auguste-Hugo) ☼, à Stockholm.
Schiaparelli (Jean-Virginius), à Milan.
De la Rue (Warren), (C. ☼), à Londres.
Gould (Benjamin-Apthorp), à Cordoba.
Wolf (Rudolf), à Zurich.
N. . . . .

Section IV. — *Géographie et Navigation* (8).

Tchihatchef (Pierre-Alexandre de) (C. ☼), à Saint-Pétersbourg.
Richards (Contre-Amiral George-Henry), à Londres.
David (Abbé Armand), missionnaire en Chine.
Ledieu (Alfred-Constant-Hector) (O. ☼), à Versailles.
Nordenskiöld (Nils-Adolf-Erik Baron) (C. ☼), à Stockholm.
Ibañez de Ibero (Général Charles), à Madrid.
N. . . . .
N. . . . .

SECTION V. — *Physique générale* (9).

Messieurs :

WEBER (Wilhelm), à Göttingue.
HIRN (Gustave-Adolphe), à Colmar.
HELMHOLTZ (Hermann-Louis-Ferdinand) (C. ☼), à Berlin.
KIRCHHOFF (Gustave-Robert) (C. ☼), à Heidelberg.
JOULE (James-Prescott), à Manchester.
STOKES (George-Gabriel), à Cambridge.
ABRIA (Jérémie-Joseph-Benoît) (O. ☼), à Bordeaux.
LALLEMAND (Étienne-Alexandre) ☼, à Poitiers.
N. . . . .

SCIENCES PHYSIQUES.

SECTION VI. — *Chimie* (9).

HOFMANN (Auguste-Wilhelm), à Berlin.
MARIGNAC (Jean-Charles GALISSARD DE), à Genève.
FRANKLAND (Edward), à Londres.
WILLIAMSON (Alexander-William), à Londres.
LECOQ DE BOISBAUDRAN (Paul-Émile dit François) ☼, à Cognac.
CHANCEL (Gustave-Charles-Bonaventure) ☼, à Montpellier.
STAS (Jean-Servais) ☼, à Bruxelles.
N. . . . .
N. . . . .

SECTION VII. — *Minéralogie* (8).

KOKSCHAROW (Général Nicolas DE), à Saint-Pétersbourg.
STUDER (Bernard) ☼, à Berne.
LORY (Charles) ☼, à Grenoble.
ABICH (Guillaume-Germain), à Vienne.
FAVRE (Jean-Alphonse), à Genève.
HALL (James), à Albany.
PRESTWICH (Joseph), à Oxford.

GOSSELET (Jules-Auguste-Alexandre) ☼, à Lille.

SECTION VIII. — *Botanique* (10).

Messieurs :

HOOKER (Jos. Dalton), à Kew.
PRINGSHEIM (Nathanael), à Berlin.
PLANCHON (Jules-Émile) ✻, à Montpellier.
SAPORTA (Louis-Charles-Joseph-Gaston, Comte DE) ✻, à Aix.
GRAY (Asa), à Cambridge (Massachussets).
CLOS (Dominique), à Toulouse.
SIRODOT (Simon) ✻, à Rennes.
GRAND'EURY (François-Cyrille) ✻, à Saint-Étienne.
AGARDH (Jacob-Georg), à Lund.
N. . . . .

SECTION IX. — *Économie rurale* (10).

MARTINS (Charles-Frédéric) (O. ✻), à Montpellier.
VERGNETTE-LAMOTTE (Vicomte Gérard-Élisabeth-Alfred DE) ✻, à Beaune.
MARÈS (Henri-Pierre-Louis) ✻, à Montpellier.
LAWES (John-Bennet), à Rothamsted, Saint-Albans station (Herfortshire).
GASPARIN (Paul-Joseph DE) ✻, à Orange.
DEMONTZEY (Gabriel-Louis-Prosper) ✻, à Aix.
GILBERT (Joseph-Henry), à Rothamsted, Saint-Albans station (Herfortshire).
CORVO (João DE ANDRADE) (G. C. ✻), à Lisbonne.
LECHARTIER (Georges-Vital), à Rennes.
N. . . . .

SECTION X. — *Anatomie et Zoologie* (10).

BENEDEN (Pierre-Joseph VAN), à Louvain.
SIEBOLD (Charles-Théodore-Ernest DE), à Munich.
LOVÉN (Svenon-Louis), à Stockholm.
STEENSTRUP (Japetus), à Copenhague.
DANA (James-Dwight), à New-Haven.
HUXLEY (Thomas-Henry), à Londres.
N. . . . .
N. . . . .
N. . . . .
N. . . . .

SECTION XI. — *Médecine et Chirurgie* (8).

Messieurs :

VIRCHOW (Rudolph DE), à Berlin.
OLLIER (Louis-Xavier-Édouard-Léopold) (O. ✻), à Lyon.
THOLOZAN (Joseph-Désiré) (O. ✻), à Téhéran.
CHAUVEAU (Jean-Baptiste-Auguste) (O. ✻), à Lyon.
DONDERS (François-Corneille), à Utrecht.
PALASCIANO (Ferdinand-Antoine-Léopold), à Naples.
HANNOVER (Adolphe), à Copenhague.
PAGET (sir James), à Londres.

Commission pour administrer les propriétés et fonds particuliers de l'Académie.

BECQUEREL.
FREMY.

Et les Membres composant le Bureau.

Changements survenus dans le cours de l'année 1885.

(*Voir* à la page 15 de ce Volume.)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 JANVIER 1886.

PRÉSIDENCE DE M. JURIEN DE LA GRAVIÈRE.

RENOUVELLEMENT ANNUEL

DU BUREAU ET DE LA COMMISSION ADMINISTRATIVE.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Vice-Président, qui doit être pris, cette année, dans l'une des Sections de Sciences physiques :

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 52,

M. Gosselin	obtient	28	suffrages.
M. Hervé Mangon	»	23	»
M. Duchartre	»	1	»

M. Gosselin, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé Vice-Président pour l'année 1886.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de deux Membres qui seront appelés à faire partie de la Commission centrale administrative pendant l'année 1886, et qui doivent être choisis, l'un dans les

Sections de Sciences mathématiques, l'autre dans les Sections de Sciences physiques :

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 47,

M. Fremy	obtient	....	46	suffrages.
M. Becquerel	»	....	45	»
M. Cahours	»	....	1	»
M. Fizeau	»	....	1	»
M. Gosselin	»	....	1	»

MM. **Fremy** et **Becquerel**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, sont élus Membres de la Commission.

Conformément au Règlement, le Président sortant de fonctions doit, avant de quitter le Bureau, faire connaître l'état où se trouve l'impression des Recueils que l'Académie publie et les changements survenus parmi les Membres et les Correspondants de l'Académie dans le cours de l'année.

M. l'Amiral **Jurien de la Gravière**, Vice-Président pour l'année 1885, donne à cet égard les renseignements suivants :

État de l'impression des Recueils de l'Académie au 1er janvier 1886.

Volumes publiés.

Comptes rendus des séances de l'Académie. — Le Tome XCVIII (1er semestre 1884) et le Tome XCIX (2e semestre 1884) ont paru avec leur table.

Les numéros de l'année 1885 ont été mis en distribution avec la régularité habituelle.

Documents relatifs au Passage de Vénus. — La 2e partie du Tome III des Documents de l'année 1874, la seule qui restât à publier et qui renferme les Travaux de Botanique, d'Anatomie et de Géologie effectués par M. le Dr Filhol, attaché à la mission de l'île Campbell, a été mise en distribution au mois de novembre dernier.

Volumes en cours de publication.

Mémoires de l'Académie. — Le Tome XLIII est réservé au Mémoire de M. Yvon Villarceau sur l'établissement des arches de pont. 35 feuilles sont tirées, 17 pour le texte et 18 pour les Tables. L'impression est momentanément suspendue.

Le Tome XLIV renferme trois Mémoires de MM. Becquerel, faisant suite à leurs recherches sur la température de l'air à la surface du sol et sous la terre, jusqu'à 36^m de profondeur. Ces trois Mémoires, publiés pour les années 1881 et 1882, forment actuellement 15 feuilles qui sont tirées.

L'imprimerie n'a pas reçu de copie nouvelle.

Mémoires présentés par divers Savants. — Le Tome XXIX renferme, jusqu'ici, deux Mémoires qui forment trente-deux feuilles tirées. Ces deux Mémoires sont ceux de MM. Henry J.-S. Smith et Minkowski, « Sur la représentation des nombres par des sommes de cinq carrés ».

L'imprimerie vient de recevoir le manuscrit du Mémoire de M. Appell, intitulé : « Déblais et remblais des systèmes continus ou discontinus ».

L'impression va en être incessamment commencée.

Changements survenus parmi les Membres depuis le 1er janvier 1885.

Membres décédés.

Section de Géométrie : M. **Serret**, le 2 mars.
» M. **Bouquet**, le 9 septembre.
Section de Mécanique : M. **Rolland**, le 31 mars.
» M. **Tresca**, le 21 juin.
Section de Géographie et Navigation : M. **Dupuy de Lome**, le 1er février.
Section de Physique : M. **Desains**, le 3 mai.
Section de Botanique : M. **Tulasne**, le 22 décembre.
Section d'Économie rurale : M. **Bouley**, le 30 novembre.
Section d'Anatomie et Zoologie : M. **H. Milne-Edwards**, le 29 juillet.
» M. **Ch. Robin**, le 6 octobre.

Membres élus.

Section de Géométrie : M. **Laguerre**, le 11 mai, en remplacement de M. Serret.

Section de Géographie et Navigation : M. **Grandidier**, le 6 juillet, en remplacement de M. Dupuy de Lôme.

Changements survenus parmi les Correspondants depuis le 1er janvier 1885.

Correspondants décédés.

Section de Chimie : M. **Dessaignes**, à Vendôme, le 5 janvier 1885.

Section de Botanique : M. **Boissier**, à Genève, le 25 septembre 1885.

Section d'Anatomie et Zoologie : M. **Carpenter**, à Londres, le 10 novembre 1885.

Correspondants élus.

Section d'Astronomie : M. **Wolf**, à Zurich, le 9 mars, en remplacement de M. Plantamour, décédé.

Section de Géographie et Navigation : M. le Général **Ibañez**, à Madrid, le 17 août, en remplacement de M. Cialdi, décédé.

Section de Minéralogie : M. **Prestwich**, à Oxford, le 26 janvier, en remplacement de M. Sella, décédé; M. **Gosselet**, à Lille, le 13 juillet, en remplacement de M. Cailletet, élu Académicien libre.

Section de Botanique : M. **Sirodot**, à Rennes, le 16 février, en remplacement de M. Darwin, décédé; M. **Grand'Eury**, à Saint-Étienne, le 2 mars, en remplacement de M. Duval-Jouve, décédé; M. **Boissier**, à Genève, le 20 avril, en remplacement de M. Heer, décédé; M. **Agardh**, à Lund, le 27 avril, en remplacement de M. Bentham, décédé.

Section d'Économie rurale : M. **Lechartier**, à Rennes, le 16 mars, en remplacement de M. Girardin, décédé.

Section de Médecine et Chirurgie : M. **Hannover**, à Copenhague, le 16 mars, en remplacement de M. Schwann, décédé; Sir **James Pajet**, à Londres, le 23 mars, en remplacement de M. Bouisson, décédé.

Correspondants à remplacer.

Section d'Astronomie : M. **Roche**, à Montpellier, décédé le 18 avril 1883.

Section de Géographie et Navigation : M. l'Amiral **Lütke**, à Saint-Pétersbourg, décédé le   août 1882; M. le Général **Sabine**, à Londres, décédé le 26 juin 1883.

Section de Physique : M. **Plateau**, à Gand, décédé le 15 septembre 1883.

Section de Chimie : M. **Bunsen**, à Heidelberg, élu Associé étranger, le 26 décembre 1882; M. **Dessaignes**, à Vendôme, décédé le 5 janvier 1885.

Section de Botanique : M. **Boissier**, à Genève, décédé le 25 septembre 1885.

Section d'Économie rurale : M. **Reiset**, à Écorchebœuf, élu Académicien titulaire, le 22 décembre 1884.

Section d'Anatomie et Zoologie : M. **Brandt**, à Saint-Pétersbourg, décédé le 15 juillet 1879; M. **Mulsant**, à Lyon, décédé le 4 novembre 1880; M. **Joly**, à Toulouse, décédé le 17 octobre 1885; M. **Carpenter**, à Londres, décédé le 10 novembre 1885.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le potentiel de deux ellipsoïdes.* Note de M. **Laguerre**.

« 1. Je supposerai tous les points de l'espace rapportés à trois axes rectangulaires passant par le centre du premier ellipsoïde.

» Soient

$$Ax^2 + By^2 + Cz^2 + 2A'yz + 2B'zx + 2C'xy = 1$$

l'équation de la surface extérieure de ce corps, et

$$V$$

son volume.

» L'ellipsoïde étant supposé formé de couches homogènes concentriques et homothétiques à sa surface extérieure, je désignerai par $f(\lambda^2)$ la densité de la couche dont la surface extérieure est déterminée par l'équation

$$Ax^2 + By^2 + Cz^2 + 2A'yz + 2B'zx + 2C'xy = \lambda^2.$$

» La fonction $f(\lambda^2)$ est une fonction quelconque, continue ou discontinue ; je poserai

$$\int_{t^2}^{1} f(\lambda)\, d\lambda D = F(t),$$

en sorte que $F(t)$ est une fonction *paire* de la variable.

» Pour abréger, en appelant Ω le discriminant

$$ABC + 2A'B'C' - AA'^2 - BB'^2 - CC'^2,$$

je ferai

$$\mathcal{A} = \frac{BC - A'^2}{\Omega}, \qquad \mathcal{B} = \frac{CA - B'^2}{\Omega}, \qquad \mathcal{C} = \frac{AB - C'^2}{\Omega},$$

$$\mathcal{A}' = \frac{B'C' - AA'}{\Omega}, \qquad \mathcal{B}' = \frac{C'A' - BB'}{\Omega}, \qquad \mathcal{C}' = \frac{A'B' - CC'}{\Omega},$$

puis

$$\Delta = -\mathcal{A}\cos^2\varphi - \mathcal{B}\sin^2\varphi + \mathcal{C} + 2i\mathcal{A}'\sin\varphi + 2i\mathcal{B}'\cos\varphi - 2\mathcal{C}'\sin\varphi\cos\varphi.$$

» 2. Soit

$$A_0(x-\xi)^2 + B_0(y-\eta)^2 + C_0(z-\zeta)^2$$
$$+ 2A'_0(y-\eta)(z-\zeta) + 2B'_0(z-\zeta)(x-\xi) + 2C'_0(x-\xi)(y-\eta) = 1$$

l'équation de la surface extérieure du second ellipsoïde, en sorte que

$$\xi, \quad \eta, \quad \zeta$$

désignent les projections sur les trois axes de la distance des centres des deux corps.

» J'appellerai V_0 son volume, et, en supposant que sa masse est composée de couches homogènes concentriques et homothétiques à la surface extérieure, en sorte que, sur la couche limitée par la surface,

$$A_0(x-\xi)^2 + B_0(y-\eta)^2 + C_0(z-\zeta)^2$$
$$+ 2A'_0(y-\eta)(z-\zeta) + 2B'_0(z-\zeta)(x-\xi) + 2C'_0(x-\xi)(y-\eta) = \lambda^2,$$

la densité soit $f_0(\lambda^2)$, je poserai

$$\int_{t_0^2}^{1} f_0(\lambda)\,d\lambda = F_0(t_0).$$

Je désigne par Ω_0, $\mathcal{A}_0$, $\mathcal{B}_0$, $\mathcal{C}_0$, $\mathcal{A}'_0$, $\mathcal{B}'_0$, $\mathcal{C}'_0$ les quantités analogues à Ω, $\mathcal{A}$, ..., mais relatives au second ellipsoïde; ainsi

$$\Omega_0 = A_0B_0C_0 + 2A'_0B'_0C'_0 - A_0A'^2_0 - B_0B'^2_0 - C_0C'^2_0,$$
$$\mathcal{A}_0 = \frac{B_0C_0 - A'^2_0}{\Omega_0}, \qquad \ldots;$$

j'appelle enfin Δ_0 la quantité

$$-\mathcal{A}_0\cos^2\varphi - \mathcal{B}_0\sin^2\varphi + \mathcal{C}_0 + 2i\mathcal{A}'_0\sin\varphi + 2i\mathcal{B}'_0\cos\varphi - 2\mathcal{C}'_0\sin\varphi\cos\varphi.$$

» 3. Cela posé, le potentiel P des deux corps est déterminé par la relation suivante :

$$P = \frac{9VV_0}{32\pi}\int_{-1}^{+1}\int_{-1}^{+1}\int_{0}^{2\pi}\frac{F(t)F_0(t_0)\,dt\,dt_0\,d\varphi}{i\xi\cos\varphi + i\eta\sin\varphi + \zeta - t\sqrt{\Delta} - t_0\sqrt{\Delta_0}}.$$

» Cette formule suppose $\zeta > 0$; si $\zeta = 0$, l'intégrale qui est dans le second membre n'a plus de sens; pour une valeur négative de ζ, la formule donne une valeur égale et de signe contraire à celle du potentiel.

» 4. Si les deux corps de révolution, Δ et Δ_0, sont des carrés parfaits, l'expression précédente se réduit alors à la forme beaucoup plus simple

$$P = \frac{9VV_0}{32\pi}\int_{-1}^{+1}\int_{-1}^{+1}\int_{0}^{2\pi}\frac{F(t)F_0(t_0)\,dt\,dt_0\,d\varphi}{i(\xi+\alpha t+\alpha_0 t_0)\cos\varphi + i(\eta+\beta t+\beta_0 t_0)\sin\varphi + \zeta+\gamma t+\gamma_0 t_0},$$

où α, β, γ, α_0, β_0, γ_0 désignent des quantités constantes; ce que l'on peut encore écrire

$$P = \frac{9VV_0}{16}\int_{-1}^{+1}\int_{-1}^{+1}\frac{F(t)F(t_0)\,dt\,dt_0}{\sqrt{(\xi+\alpha t+\alpha_0 t_0)^2+(\eta+\beta t+\beta_0 t_0)^2+(\zeta+\gamma t+\gamma_0 t_0)^2}}.$$

» 5. Dans le cas où les ellipsoïdes sont homogènes, en appelant respectivement ω et ω_0 leurs densités, on a

$$F(t) = \omega(1-t^2) \qquad \text{et} \qquad F_0(t_0) = \omega_0(1-t_0^2).$$

» Dans le cas où les ellipsoïdes se réduisent à deux couches infiniment minces, supposons que, lorsque t varie de 0 à $1-\varepsilon$, la densité soit nulle et qu'elle soit égale à ω quand t varie de $(1-\varepsilon)$ à 1, en supposant ε infiniment petit, on a

$$F(t) = 2\omega\varepsilon$$

et, de même,

$$F_0(t_0) = 2\omega_0\varepsilon_0;$$

le potentiel a donc pour expression

$$P = \frac{9VV_0\omega\omega_0\varepsilon\varepsilon_0}{8\pi}\int_{-1}^{+1}\int_{-1}^{+1}\int_{0}^{2\pi}\frac{dt\,dt_0\,d\varphi}{i\xi\cos\varphi + i\eta\sin\varphi + \zeta - t\sqrt{\Delta} - t_0\sqrt{\Delta_0}}.$$

» Il est facile de voir que toutes les dérivées secondes de P prises par rapport aux variables ξ, η, ζ sont des fonctions algébriques de ces variables et des coefficients des équations des surfaces des ellipsoïdes.

» On a, par exemple,

$$\frac{d^2 P}{d\xi\, d\zeta} = \frac{9 V V_0 \omega\omega_0 \varepsilon\varepsilon_0}{8\pi} \int_{-1}^{+1} \int_{-1}^{+1} \int_0^{2\pi} \frac{2 i \cos\varphi \, dt\, dt_0\, d\varphi}{(i\xi \cos\varphi + i\eta \sin\varphi + \zeta - t\sqrt{\Delta} - t_0\sqrt{\Delta_0})^3}$$

ou, en effectuant les intégrations relatives à t et à t_0,

$$\frac{d^2 P}{d\xi\, d\zeta} = \frac{9 V V_0 \omega\omega_0 \varepsilon\varepsilon_0}{\pi} \int_0^{2\pi} \frac{i \cos\varphi (i\xi \cos\varphi + i\eta \sin\varphi + \zeta)\, d\varphi}{(i\xi \cos\varphi + i\eta \sin\varphi + \zeta)^4 - 2(\Delta + \Delta_0)(i\xi \cos\varphi + i\eta \sin\varphi + \zeta)^2 + (\Delta - \Delta_0)^2},$$

expression qui, comme on le sait, est une fonction algébrique des coefficients de la quantité placée sous le signe $\int$.

» Il en résulte que chacune des trois dérivées premières de P

$$\frac{dP}{d\xi}, \quad \frac{dP}{d\eta}, \quad \frac{dP}{d\zeta}$$

s'obtiendra en intégrant une fonction algébrique.

» 6. L'expression du potentiel, donnée ci-dessus, conduit aisément à son développement suivant les puissances de $\frac{1}{\sqrt{\xi^2 + \eta^2 + \zeta^2}}$.

» En développant la quantité sous le signe $\int$ suivant les puissances décroissantes de

$$\frac{1}{i\xi \cos\varphi + i\eta \sin\varphi + \zeta}$$

on a

$$P = \frac{9 V V_0}{32\pi} \sum_{n=0}^{n=\infty} \int_{-1}^{+1} \int_{-1}^{+1} \int_0^{2\pi} \frac{F(t) F_0(t_0) \left[t\sqrt{\Delta} + t_0\sqrt{\Delta_0}\right]^n dt\, dt_0\, d\varphi}{(i\xi \cos\varphi + i\eta \sin\varphi + \zeta)^{n+1}}.$$

» Il est à remarquer que, $F(t)$ étant une fonction paire de t et $F(t_0)$ une fonction paire de t_0, les intégrales

$$\int_{-1}^{+1} F(t)\, t^{\mu}\, dt, \qquad \int_{-1}^{+1} F_0(t_0)\, t_0^{\mu}\, dt_0$$

sont nulles lorsque μ est un nombre impair.

» Le terme général du développement de P sera donc, à un facteur numérique près,

$$\int_{-1}^{+1} \int_{-1}^{+1} \int_0^{2\pi} \frac{F(t) F(t_0) \left[t\sqrt{\Delta} + t_0\sqrt{\Delta_0}\right]^{2n} dt\, dt_0\, d\varphi}{(i\xi \cos\varphi + i\eta \sin\varphi + \zeta)^{2n+1}};$$

en effectuant les intégrations par rapport à t et à t_0, on devra laisser de côté, dans le développement du numérateur, tous les termes qui renferment des puissances impaires de t et de t_0, en sorte que ce terme peut se mettre sous la forme suivante

$$\int_0^{2\pi} \frac{\Phi(\sin\varphi, \cos\varphi)\, d\varphi}{(i\xi\cos\varphi + i\eta\sin\varphi + \zeta)^{2n+1}},$$

où Φ désigne une fonction entière de $\sin\varphi$ et de $\cos\varphi$.

» Une telle intégrale peut s'exprimer au moyen des dérivées partielles par rapport à ξ, η et ζ de

$$\frac{1}{\sqrt{\xi^2 + \eta^2 + \zeta^2}};$$

on peut encore l'obtenir en développant le numérateur et la fonction

$$\frac{1}{(i\xi\cos\varphi + i\eta\sin\varphi + \zeta)^{2n+1}},$$

suivant les sinus et cosinus des multiples de l'angle φ.

» Le développement de cette fonction a été donné par Jacobi.

» 7. Les résultats résumés dans cette Note s'obtiennent de la façon la plus simple, en décomposant les ellipsoïdes considérés en tranches infiniment minces comprises entre deux plans infiniment voisins parallèles au plan

$$(1) \qquad ix\cos\varphi + iy\sin\varphi + z = 0.$$

Ces plans sont évidemment imaginaires, et il semblerait d'abord que cette décomposition ne présente aucun sens; mais il résulte des principes posés par M. Hermite dans sa théorie des coupures des intégrales définies que, si l'on effectue les calculs en donnant à i une valeur réelle, les résultats obtenus sont encore valables en faisant

$$i = \sqrt{-1}.$$

J'ajouterai une dernière remarque pour montrer comment le théorème de Maclaurin résulte aisément, non seulement du résultat final du calcul, mais encore de la marche même suivie pour effectuer les intégrations.

» Tous les plans parallèles au plan (1) sont des plans isotropes et, pour déterminer les limites des intégrations relatives à t et à t_0, il suffit de déterminer ceux de ces plans qui sont tangents à chacun des ellipsoïdes.

» Comme φ prend toutes les valeurs possibles de 0 à 2π, on a donc à

considérer tous les plans isotropes qui touchent chacune des surfaces; deux surfaces homofocales du second ordre touchant les mêmes plans isotropes, il en résulte immédiatement que le potentiel n'est modifié que par l'introduction d'un facteur constant, lorsqu'on remplace un des ellipsoïdes par un ellipsoïde homofocal.

» Ainsi qu'il est facile de le vérifier, l'expression Δ a la même valeur lorsque l'on considère plusieurs ellipsoïdes homofocaux. »

THERMOCHIMIE. — *Recherches sur le sulfure d'antimoine;* par M. **Berthelot.**

« 1. L'étude des actions réciproques entre l'oxyde, le sulfure, le chlorure d'antimoine, d'une part; et, d'autre part, l'eau, l'acide sulfhydrique et l'acide chlorhydrique, ainsi que celle des composés secondaires : oxychlorures, sulfochlorures, oxysulfures, hydrates, chlorhydrates, sulfhydrates, susceptibles de se former dans le cours de ces réactions, sont des plus intéressantes pour la Statique chimique. Il est d'autant plus nécessaire d'en aborder le détail que toute théorie exacte repose sur la connaissance des composés réels que l'expérience constate dans les réactions effectives. J'avais touché ce sujet, il y a quelques années; il m'a paru utile de l'approfondir davantage. Je m'attacherai d'abord à la mesure de la chaleur de formation du sulfure d'antimoine, sous ses divers états, et à celle des corps qui s'y rattachent, celles des chlorures et des oxychlorures ayant été déterminées par M. Thomsen et par M. Guntz [1].

» 2. La mesure de la *chaleur de formation du sulfure d'antimoine* présente de grandes difficultés, à cause de la formation des chlorosulfures et oxysulfures qui l'accompagnent souvent, et aussi en raison des états multiples du sulfure. Je l'ai exécutée, en prenant comme point de départ le protochlorure, et en admettant pour sa chaleur de formation [2]

$$Sb + Cl^3 = SbCl^3 \text{ solide} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad +91^{Cal},4$$

» J'ai transformé ce corps en sulfure par trois méthodes différentes, savoir : en traitant sa dissolution dans l'acide tartrique par une solution aqueuse d'acide sulfhydrique; en traitant sa dissolution chlorhydrique,

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. III, p. 53.

(2) Andrews a trouvé +91,2; Thomsen +91,4. On conclut des données de Guntz +91,5. J'admettrai $Sb + O^3 = SbO^3$ ordinaire : +83,7 (Thomsen).

convenablement dosée, par le gaz sulfhydrique; enfin en dissolvant le chlorure d'antimoine dans le sulfure de sodium et en reprécipitant le sulfure par l'acide chlorhydrique étendu. Les deux premières méthodes sont d'une exécution prompte et facile et donnent des résultats concordants; la seconde m'a permis en outre de mettre en évidence l'existence d'un chlorosulfure, caractérisé par une chaleur de formation propre. La troisième méthode est moins bonne, à cause de la grandeur des réactions étrangères et de la connaissance imparfaite de celles-ci, et aussi à cause de l'étendue des chaleurs de dilution des sulfures et sulfantimonites, qui varient considérablement avec la proportion d'eau. Par contre, cette méthode m'a permis de comparer la formation du sulfure d'antimoine noir cristallisé à celle du sulfure orangé, hydraté, formé par précipitation.

» 3. *Méthode de l'acide tartrique.* — On sait que l'acide tartrique empêche la précipitation de l'oxyde d'antimoine par l'eau et, par suite, la formation des oxychlorures et oxysulfures. Il offre cet avantage de permettre d'opérer avec l'acide sulfhydrique dissous. J'ai opéré sur 11^{gr} de chlorure d'antimoine, contenu dans une ampoule, que j'ai écrasée au sein d'une solution d'acide tartrique ($150^{gr} = 4^{lit}$). Cette opération a dégagé :

$SbCl^3$ solide $+ 4C^8H^6O^{12}$ dissous, à 11° .... $+14^{Cal},23$
$SbCl^3$ solide $+ 6C^8H^6O^{12}$ » » .... $+13^{Cal},94$

» A la seconde liqueur on a ajouté une solution d'acide sulfhydrique, voisine de la saturation et employée en léger excès, ce qui dégage $+16^{Cal},13$. On déduit de ces données (¹) :

$SbO^3 + 4C^8H^6O^{12}$ dissous (²)................ $+7^{Cal},1$

chiffre dont le signe et la grandeur expliquent la stabilité du tartrate d'antimoine. On a encore

$Sb + S^3 = SbS^3$ précipité, orangé........... $+17^{Cal},1$

» 4. *Méthode de l'acide chlorhydrique.* — Le chlorure d'antimoine se dissout dans l'acide chlorhydrique; mais sa solubilité n'est notable qu'à partir d'une certaine concentration de l'acide, variable d'ailleurs avec la température. Dans les liqueurs très concentrées, l'acide sulfhydrique ne forme pas de sulfure. C'est ce qui m'est arrivé, par exemple, avec une liqueur formée de $HCl + 3,73H^2O^2$, et renfermant 100^{gr} de $SbCl^3$ au litre, soit

(¹) $H + S = HS$ diss. : $+4,6$; $H + O = HO$: $+34,5$; $H + Cl = HCl$ étendu : $+17,43$.
(²) En présence de $3HCl$ étendu.

$SbCl^3 + 26HCl + 97H^2O^2$. En opérant vers 12°, dans une fiole calorimétrique, j'ai trouvé (1gr, 317 HS dissous), pour HS = 17gr dissous : + 1Cal, 9; valeur un peu plus faible que dans l'eau pure (+ 2Cal, 3, Thomsen), mais peu différente. La liqueur s'est légèrement troublée, un dépôt de soufre presque insensible s'étant produit, par suite de l'action de l'oxygène dissous dans la liqueur acide, action plus prompte qu'avec l'eau pure.

» Avec une liqueur formée de $HCl + 37H^2O^2$, la dose d'antimoine dissoute n'a pas atteint 1gr au litre : ce qui n'a pas permis de mesures.

» Mais les expériences ont donné de bons résultats avec une liqueur formée de $HCl + 19,28H^2O^2$, et renfermant 50gr de $SbCl^3$ au litre, soit $SbCl^3 + 12,44HCl + 240H^2O^2$. J'ai opéré sur 600cc de liqueur, contenus dans une fiole calorimétrique, et j'ai fractionné la précipitation.

	gr			Cal
Premier précipité	1,160	de HS absorbé, à 13°.	Pour HS = 17gr.....	+ 10,60
Deuxième précipité	1,575	»	»	+ 9,00
Troisième précipité	1,823	»	»	+ 9,08
Quatrième précipité	1,846	»	»	+ 8,83
	6gr,404			+ 9Cal,39

On est alors arrivé presque à la limite; car le poids de HS nécessaire pour la précipitation totale s'élevait à 6gr, 63.

» Pour compléter ces données, j'ai mesuré la chaleur de dissolution du chlorure d'antimoine (11gr à 13gr) dans l'acide chlorhydrique aqueux (500cc).

» Pour $SbCl^3$ = 227gr, en tenant compte des chaleurs spécifiques :

	Cal
Avec $HCl + 19,28\ H^2O^2$, vers 13°...............................	+ 4,17
Avec $HCl + 3,73\ H^2O^2$, »	+ 3,87
Avec $HCl + 3,73\ H^2O^2 + \frac{1}{26}\ SbCl^3$ [100gr au litre]..............	+ 3,39

» On voit que la chaleur de dissolution diffère peu pour les deux liqueurs chlorhydriques employées. On voit encore qu'elle diminue pour une liqueur renfermant déjà du chlorure d'antimoine dissous, conformément à ce qui arrive en général pour les dissolutions. Pour tirer de ces nombres la chaleur de formation du sulfure d'antimoine, il est nécessaire de tenir compte de la formation de l'acide chlorhydrique, 3HCl, qui, en se dissolvant, change la concentration de la liqueur. Dans ces conditions, un calcul rigoureux montre que cette formation dégage : 66 + 47,7 = 113Cal,7. On en conclut : $Sb + S^3 = SbS^3$ orangé : + 17Cal,0; nombre concordant avec la chaleur de formation obtenue par la première méthode.

» 5. *Chlorosulfure d'antimoine*. — Revenons maintenant aux chiffres

successifs obtenus dans la précipitation du chlorure d'antimoine par le gaz sulfhydrique. Ces chiffres ont varié de $+10^{Cal},60$ à $+8^{Cal},83$. Cette variation répond à la formation d'un chlorosulfure, précipité au début et retransformé à la fin par un excès d'acide sulfhydrique.

» On peut admettre que le composé initial est un chlorosulfure, tel que SbS^2Cl, ou Sb^2S^5Cl, correspondant à l'un des oxychlorures, SbO^2Cl ou Sb^2O^5Cl. D'après les expériences de M. Guntz, la formation de ces derniers répond à un excès thermique notable sur la moyenne des nombres répondant à l'oxyde et au chlorure : soit $+4,3$ pour le premier et $+5,4$ pour le second ; c'est-à-dire que la réaction

$$2SbO^3 + SbCl^3 = 3SbO^2Cl \text{ dégage...... } +12^{Cal},9$$
$$5SbCl^3 + SbCl^3 = 3Sb^2O^5Cl \text{ dégage..... } +32^{Cal},4$$

» De même, il y aurait un excès de $+6,7$ pour le second chlorosulfure, corps dont l'existence a été signalée.

$$5SbS^3 + SbCl^3 = 3Sb^2S^5Cl\text{............ } +34^{Cal},1$$

» Ce nombre est du même ordre de grandeur pour l'oxychlorure et pour le chlorosulfure : il est utile de le préciser, afin de fixer les idées sur la grandeur des quantités de chaleur dégagées par la formation de ces composés intermédiaires, qui jouent un si grand rôle dans la statique des réactions de l'acide sulfhydrique sur les solutions métalliques.

» L'existence des chlorosulfures d'antimoine a été indiquée aussi par Rose, comme jouant un rôle important dans la précipitation des solutions de ce métal. On peut la manifester très nettement, par l'expérience suivante. Dans un flacon jaugé, rempli de gaz sulfhydrique à une température et à une pression connues, on introduit d'un seul coup un certain volume de la solution antimoniale définie plus haut ($12,44HCl + 240H^2O^2 + SbCl^3$), et l'on secoue vivement, de façon à provoquer une action aussi uniforme que possible. On cherche par tâtonnement, avec une série de flacons, quel est le plus grand volume de cette dissolution qui réponde à une précipitation totale, c'est-à-dire telle que la liqueur filtrée ensuite ne renferme pas d'hydrogène sulfuré, ni d'antimoine notable. Or ce volume a été trouvé plus grand que celui qui répondait aux rapports de poids équivalents $SbCl^3 : 3HS$, l'excès du chlorure d'antimoine étant un peu inférieur à $\frac{1}{4}$ d'équivalent. La limite absolue est difficile à préciser ; mais le fait même de l'entraînement d'une fraction du chlorure d'antimoine par le sulfure précipité n'est pas dou-

teux. Il est également établi, par les mesures ci-dessus, que cette combinaison des deux corps donne lieu à un grand dégagement de chaleur.

» 6. *Sulfhydrate de sulfure d'antimoine.* — Dans une solution saturée d'hydrogène sulfuré, si l'on verse une solution antimoniale, par gouttes très petites et en agitant sans cesse, le précipité orangé de sulfure d'antimoine, formé au point de contact, se redissout tout d'abord et complètement jusqu'à une certaine limite, en donnant naissance à une liqueur incolore. Cette dissolution se fait mal, lorsque le précipité a eu le temps de s'agglomérer; cependant, même alors, elle a lieu par une agitation suffisante, lorsqu'on opère dans un flacon, afin d'éviter l'action oxydante de l'air. L'existence du sulfhydrate de sulfure d'antimoine répond à celle des sulfantimonites; mais ce corps dissociable n'existe dans l'eau qu'en présence d'un grand excès d'acide sulfhydrique. Il joue un certain rôle dans les équilibres chimiques.

» 7. *Chlorhydrate de chlorure d'antimoine.* — Ce chlorhydrate est analogue aux chlorhydrates des chlorures métalliques, que j'ai décrits précédemment ([1]), et qui ont été aussi étudiés par M. Ditte. Sa formation explique le dégagement de chaleur très notable ($+4^{Cal}$) développé dans la dissolution du chlorure d'antimoine par l'acide chlorhydrique concentré. Mais il n'existe à l'état anhydre qu'en présence d'un grand excès d'acide chlorhydrique. En effet, j'ai observé que le chlorure d'antimoine, fondu dans une cloche courbe à la plus basse température possible, absorbe 8 à 10 fois son volume de gaz chlorhydrique ($\frac{1}{20}$ d'équivalent environ); il ne les redégage pas en cristallisant. Si on le chauffe plus fortement, le gaz reparaît en grande partie; mais il est réabsorbé pendant le refroidissement. Le composé est donc en partie dissocié dans ces conditions.

» Le chlorure d'antimoine et l'acide chlorhydrique ($HCl + 3,73\,H^2O^2$) se mêlent pour ainsi dire en toutes proportions, 1 partie de cet acide en poids dissolvant 5 parties de chlorure d'antimoine et au delà. Cette solution, refroidie à quelques degrés au-dessous de zéro, se prend en une masse cristalline, d'apparence homogène, qui se liquéfie de nouveau à la température ordinaire. Le chlorhydrate de chlorure d'antimoine répond aux chlorures doubles d'antimoine et de potassium ou de sodium, étudiés par Liebig et par Jacquelain.

» 8. *Sulfantimonites de sulfures.* — J'ai cherché à mesurer la chaleur de formation des sulfantimonites de sodium, en traitant le chlorure d'anti-

---

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXIII, p. 85.

moine pris sous un poids connu (compris entre 10^{gr} et 15^{gr}), par une solution titrée de sulfure de sodium. La dissolution n'est complète que pour les rapports équivalents suivants : $SbCl^3 + 6NaS$, soit $SbS^3, 3NaS + 3NaCl$.

» La quantité de chaleur dégagée a varié, dans mes essais, de $+69^{Cal}$ à $+62^{Cal}$, suivant la concentration du sulfure alcalin; variations qui ne permettent pas d'en tirer de conséquence numérique assurée. En ajoutant à la solution, convenablement diluée ($NaS = 4^{lit}$), l'acide chlorhydrique nécessaire pour détruire tout le sulfure alcalin, soit $3HCl(1^{éq} = 2^{lit})$, j'ai trouvé qu'il se dégageait $+18^{Cal},12$ et $+18^{Cal},59$ dans deux expériences (vers 12°); en même temps qu'il se précipite du sulfure d'antimoine orangé. La réaction est la suivante :

$$SbS^3, 3NaS \text{ dilué} + 3HCl \text{ dilué} = SbS^3 \text{ précipité} + 3NaCl \text{ diss.} + 3HS \text{ diss.}$$

» Un excès d'acide chlorhydrique étendu ne produit pas d'effet thermique appréciable. On conclut de cette expérience la chaleur de combinaison du sulfure d'antimoine avec le sulfure de sodium, sachant d'ailleurs que l'acide chlorhydrique dégage, en décomposant le sulfure de sodium,

$$+13,70 - 3,85 = +9^{Cal},85.$$

On a dès lors

$$(+9,85 \times 3 = 29,55) - 18,35 = +11^{Cal},2;$$

$$SbS^3 \text{ précipité} + 3NaS \text{ étendu} = SbS^3, 3NaS \text{ (dissous dans } 12^{lit}).$$

» Ce chiffre varie sensiblement avec la dilution, soit de $-1,9$ (vers 12°), lorsqu'on passe de 6^{lit} à 24^{lit}.

» J'ai étudié de plus près la réaction du sulfure de sodium sur le chlorure d'antimoine, en traitant ce dernier par $4NaS$; $5NaS$; $6NaS$.

» La première réaction, qui tend à former le composé SbS^3, NaS mêlé de $3NaCl$, ne donne pas lieu à une dissolution totale. Cependant elle dégage la presque totalité de la chaleur; l'addition ultérieure d'un équivalent de NaS dissous ayant produit $+1^{Cal},72$, et celle du sixième et dernier NaS, nécessaire pour compléter la dissolution, seulement $+0^{Cal},54$. Au delà, il ne se produit plus d'effet thermique notable. Il paraît donc que les dissolutions renfermeraient principalement un sulfantimonite monosodique, correspondant à divers sulfantimonites connus en Minéralogie. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur le Traité récent de Météorologie du Dr A.* Sprung. Note de M. **Faye.**

« Les grands travaux météorologiques qui ont été entrepris dans ces dernières années aux États-Unis, en Angleterre, en Allemagne, en Suède, etc., ont conduit leurs auteurs à penser que la Science est entrée dans une voie féconde où, contre toute attente, l'analyse mathématique devient applicable à l'étude des grands mouvements de l'atmosphère. La Direction des observatoires maritimes allemands a désiré qu'un ouvrage spécial résumât cette phase actuelle de la Science et elle en a confié la rédaction au Dr A. Sprung. Telle est l'origine du très savant Traité qui vient de paraître à Hambourg, sous le titre de *Lehrbuch der Meteorologie*.

» Je suis heureux, pour ma part, d'une publication qui nous promet pour l'avenir des discussions sérieuses sur les bases mêmes de la Science, et je demande à l'Académie la permission d'appeler, dès aujourd'hui, son attention sur quelques conclusions, déjà acquises, dont l'énoncé m'a frappé à la première lecture.

» L'auteur est conduit à traiter la question suivante : Le mouvement de l'air dans les trombes ou les cyclones est-il ascendant ou descendant? Il s'exprime ainsi :

« L'hypothèse d'un mouvement descendant, proposée par M. Faye, ne manque pas de partisans. La réalité d'un pareil mouvement ne saurait être entièrement niée. Un phénomène qui parle en ce sens, c'est ce qu'on appelle l'*œil de la tempête* dans les cyclones tropicaux. Il consiste en ce que le ciel se découvre, complètement ou en partie, au moment du minimum barométrique. A ce moment, il se produit une ouverture dans la couche des nuages inférieurs; on voit alors, par cette éclaircie, le ciel bleu ou du moins un ciel légèrement voilé par les cirrhus des hautes régions.

» C'est ce qui a été observé le 20 octobre 1882 dans l'ouragan de Manille, dont nous avons pu suivre toutes les phases grâce aux appareils enregistreurs de l'Observatoire. Lorsque le centre de la tempête passa au-dessus de l'île, la marche du baromètre dessina une coupe verticale du tourbillon. En trois heures et demie le baromètre baissa de 23^{mm} et la vitesse du vent alla de 10^{m} à 54^{m} par seconde; puis, subitement, le vent cessa pour reprendre, après un calme de quinze minutes, dans la direction opposée, pendant que le baromètre remontait. Sauf l'intensité, ces phénomènes n'eurent rien que d'habituel; mais il en fut autrement pour la température et l'humidité. La première se maintint jusqu'au calme central, à 24°, avec une constance remarquable. Au calme elle monta subitement à 31°, et, après le calme, elle redescendit tout aussi subitement à 24°. En même temps l'humidité relative tombait de 98 à 53 pour 100, degré de sécheresse tout à fait extraordinaire en cette région. *Ces circonstances, hautement*

caractéristiques, ne peuvent évidemment s'expliquer que par la présence d'un courant descendant au milieu du cyclone (¹). »

» A cette déclaration, j'ajouterai que l'air amené centralement dans l'embouchure du tourbillon et parvenant au sol au sein des spires descendantes du cyclone venait d'une région supérieure aux cirrhus; autrement il aurait entraîné des aiguilles de glace et aurait produit en bas du froid et de l'humidité, non de la chaleur et de la sécheresse. Ce phénomène hautement caractéristique, comme le dit fort bien le Dr Sprung, s'expliquera aisément pour tous ceux qui ont vu fonctionner des tourbillons dans les liquides et qui ont remarqué la facilité avec laquelle des masses bien plus légères que l'eau, de l'huile, par exemple, ou même de l'air, se laissent entraîner au beau milieu des spires descendantes, sans s'y mêler. Je n'ai pas besoin de faire remarquer que le mouvement descendant de l'air, ainsi constaté, est absolument en désaccord avec la théorie cyclonique des météorologistes.

» L'aveu précédent du Dr Sprung est donc une défaite pour cette théorie. Ce n'est pas la seule.

» Le savant auteur entreprend d'exposer et d'apprécier les idées, les hypothèses que les météorologistes ont mises en avant pour expliquer le mouvement de translation des tempêtes tournantes. Il y consacre un chapitre entier de vingt-six pages et, après une discussion très remarquable, il est forcé de conclure ainsi :

« Nous sommes amenés à reconnaître qu'aucune des explications ci-dessus ne rend compte complètement du mouvement de translation des tourbillons de l'atmosphère (²). »

» C'est un nouvel échec. Il y a longtemps que j'ai signalé l'incompatibilité de ce grand et capital phénomène avec les idées régnantes. Comment veut-on que des colonnes, nées en bas au sein d'un calme profond et s'élevant dans l'atmosphère en vertu de leur légèreté spécifique, se mettent en marche tout d'une pièce, franchissant à grande vitesse, pendant des se-

---

(¹) *Diese höchst eigenthümlichen Erscheinungen können offenbar nur in der Annahme eines absteigenden Luftstromes im Centrum des Wirbels ihre Erklärung finden*, p. 241.

(²) *Ueberhaupt kommen wir zu dem Schlusse, dass zur Erklärung, resp. Vorausbestimmung der Ortsveränderungen atmosphärischer Wirbel, keines von den besprochenen Principien allein volkommen ausreicht* (p. 270).

maines entières, les continents et les mers dans un sens uniquement déterminé par la situation géographique du point de départ, sans égard au relief du sol ou aux vents régnants en bas? Comment a-t-on pu croire qu'un tornado passera ainsi sur des lacs ou des fleuves et leur enlèvera des centaines ou des milliers de tonnes d'eau sans que l'inertie de ces masses immobiles influe sur la vitesse horizontale de translation, ou qu'un cyclone pompe à chaque seconde et élève à des hauteurs de deux ou trois lieues des centaines de millions de mètres cubes d'air, et imprime à ces masses immobiles et sans cesse renouvelées un mouvement de translation horizontal pareil à celui d'un train express lorsqu'on ne met en jeu que des tendances ascensionnelles?

» Il y a longtemps que j'ai expliqué ce formidable mouvement de translation en montrant que les tourbillons prennent naissance dans les courants supérieurs *qui charrient les cirrhus*, qu'ils en suivent le fil tout en descendant à travers les couches inférieures, de manière à dessiner en bas sur le sol, par leurs trajectoires, la marche de ces fleuves aériens des hautes régions. Aujourd'hui, les météorologistes viennent nous dire que la marche des cirrhus coïncide à peu près avec la trajectoire moyenne des centres de dépression barométrique. C'est une éclatante confirmation de mes idées, seulement ils joignent à un fait vrai l'idée inacceptable que ces cirrhus sortent des immenses colonnes ascensionnelles qui, d'après eux, s'établissent au-dessus de ces dépressions. C'est exactement le contrepied de la réalité. Comment peut-on imaginer que des colonnes d'air de dix à douze mille mètres de hauteur, qui aspirent par leur pied l'air immobile des couches inférieures, voyagent tout d'une pièce, de l'équateur aux pôles, avec la vitesse d'un train express, en laissant échapper par en haut l'air aspiré en bas, dépouillé de vapeur et chargé de cirrhus? Je suis enchanté, pour ma part, que M. le Dr Sprung ait fait justice de pareilles hypothèses que certains météorologistes nous présentent comme des faits résultant directement de l'observation, mais en même temps je m'étonne qu'il n'ait pas vu que la raison de cette impuissance se trouve dans le faux point de départ de la théorie régnante.

» Je constate, en terminant, que les météorologistes les plus avancés commencent à reconnaître trois choses:

» 1° Le mouvement de translation des cyclones est inexplicable dans l'ancienne théorie;

» 2° Ce mouvement rapide de translation répond aux courants supérieurs qui charrient les cirrhus;

» 3° On ne saurait nier qu'il existe un mouvement descendant au sein des cyclones.

» Un pas de plus, et l'ancienne théorie fera place à la nouvelle ([1]). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Note sur les invariants différentiels;* par M. SYLVESTER.

« En affirmant, dans notre Lettre à M. Hermite (dont un Extrait a paru dans les *Comptes rendus*), que les invariants différentiels de M. Halphen sont identiques avec nos réciprocants purs, nous sommes allé trop loin; nous aurions dû dire qu'ils sont identiques avec la classe spéciale de ces derniers que nous avons nommés *réciprocants projectifs;* en effet, en prenant pour *éléments*

$$\frac{1}{1.2}\frac{d^2y}{dx^2},\quad \frac{1}{1.2.3}\frac{d^3y}{dx^3},\quad \frac{1}{1.2.3.4}\frac{d^4y}{dx^4},\quad \ldots,$$

regardés comme quantités algébriques, lesquelles on peut nommer (selon l'usage quand on parle de formes binaires) $a, b, c, d, \ldots,$ un invariant différentiel possède la propriété vraiment étonnante d'être en même temps un réciprocant et un sous-invariant ordinaire.

» En accommodant la valeur de V à cette notation nouvelle, il devient

$$4aa\delta_b + 5(ab+ba)\delta_c + b(ac+bb+ca)\delta_d, \quad \ldots;$$

et, en posant

$$a\delta_b + 2b\delta_c + 3c\delta_d + \ldots = \Omega,$$

un invariant différentiel I satisfait en même temps aux deux équations partielles différentielles

$$V.I = 0, \qquad \Omega.I = 0.$$

([1]) Les personnes qui voudront se mettre au courant de cette nouvelle théorie trouveront dans les *Comptes rendus de l'Académie,* depuis une douzaine d'années, de nombreux articles d'exposition et de discussion. Il leur sera plus commode de recourir à l'*Annuaire du Bureau des Longitudes,* pour 1875 : *Défense de la loi des tempêtes;* à celui de 1877 : *Sur les orages et la formation de la grêle;* à celui de 1884 : *Sur les grands fléaux de la nature,* et à celui de 1886 : *Sur les treize tornados du* 29 *et du* 30 *mai* 1879 *aux États-Unis;* je citerai aussi un livre de M. Diamilla-Muller, *Le Leggi delle tempeste,* Turin, 1881.

» Voici comment on peut établir le fait que $\Omega . \mathrm{I} = 0$.

» En commençant avec les trois premiers invariants différentiels, c'est-à-dire a, $a^2\delta - 3abc + 2b^3$, et le Δ de M. Halphen (dans sa thèse immortelle), on sait que les deux premiers, et l'on vérifie sans trop de peine que le troisième sont tous les trois des sous-invariants.

» De plus, on sait que, en commençant avec ces trois invariants que nous nommerons I_0, I_1, I_2, on peut former une suite indéfinie de formes protomorphiques

$$\mathrm{I}_0, \quad \mathrm{I}_1, \quad \mathrm{I}_2, \quad \mathrm{I}_3, \quad \ldots, \quad \mathrm{I}_p, \quad \ldots,$$

dont tous les autres seront des fonctions rationnelles.

» Pour obtenir cette suite, on n'a qu'à former une fonction J de I_0, I_1, ..., I_p, ..., dont le degré et le poids soient tous deux zéro; en opérant alors sur J (considéré comme fonction des dérivées de y par rapport à x) avec δ_x, on obtient I_{p+1}.

» Si donc on peut démontrer que $\Omega \delta_x \mathrm{J} = \delta_x \Omega \mathrm{J}$, il s'ensuivra que I_{p+1} sera un sous-invariant, pourvu que I_p en soit un, et le théorème en question sera démontré.

» Or remarquons en premier lieu que, à cause de la valeur zéro du degré et du poids de J, la quantité

$$(\lambda a \delta_a + \mu b \delta_c + \nu c \delta_c + \ldots)\mathrm{J}$$

sera nulle si λ, μ, ν, ... forment une progression arithmétique quelconque; et, en second lieu, que (par rapport à une fonction de dérivées de J par rapport à x), $\delta_x = 3b\delta_a + 4c\delta_b + 5d\delta_c + \ldots$ identiquement.

» Conséquemment

$$\begin{aligned}(\Omega\delta_x - \delta_x\Omega)\mathrm{J} &= [(3a\delta_a + 8b\delta_b + 15c\delta_c + \ldots) - (3b\delta_b + 8c\delta_c + \ldots)]\mathrm{J} \\ &= (3a\delta_a + 5b\delta_b + 7c\delta_c + \ldots)\mathrm{J} = 0,\end{aligned}$$

ce qu'il fallait démontrer.

» M. Halphen, à qui j'avais communiqué ce résultat, en a trouvé une tout autre démonstration qu'il m'autorise à communiquer à l'Académie. Elle possède sur la mienne l'avantage d'aller plus au fond de la question, en faisant voir que l'équation $\Omega . \mathrm{I} = 0$ équivaut à dire que, en se servant de x, y, z au lieu de x, y, 1, un invariant différentiel peut subir le changement entre eux de x et z. Or, puisque $\mathrm{V}.\mathrm{I} = 0$ signifie qu'on peut imposer des substitutions linéaires quelconques sur x et y, il s'ensuit, en combinant les deux équations, que la même chose aura lieu quand x, y, z

subissent tous les trois des substitutions linéaires quelconques. Voici la démonstration très élégante de M. Halphen :

» Si l'on fait le changement de variables

$$X = \frac{1}{x}, \qquad Y = \frac{y}{x},$$

et qu'on écrive

$$\frac{dy}{dx} = y', \qquad \frac{d^2y}{dx^2} = y'', \qquad \ldots, \qquad \frac{d^ny}{dx^n} = y^{(n)}, \qquad \ldots,$$

on a

$$\begin{aligned}
Y &= + x^{-1} y,\\
\frac{dY}{dX} &= - x^{+1}\left(y' - \frac{1}{x} y\right),\\
\frac{d^2Y}{dX^2} &= + x^3 y'',\\
\frac{d^3Y}{dX^3} &= - x^5\left(y''' + \frac{3}{x} y''\right),\\
\frac{d^4Y}{dX^4} &= + x^7\left(y^{\text{IV}} + \frac{8}{x} y''' + \frac{12}{x^2} y''\right),\\
\frac{d^5Y}{dX^5} &= - x^9\left(y^{\text{V}} + \frac{15}{x} y^{\text{IV}} + \frac{60}{x^2} y''' + \frac{60}{x^3} y''\right),\\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,\\
\frac{d^nY}{dX^n} &= (-1)^n x^{2n-1}\left[y^{(n)} + \frac{n(n-2)}{x} y^{(n-1)} + \frac{\alpha}{x^2} y^{(n-2)} + \frac{\beta}{x^3} y^{(n-3)} + \ldots\right].
\end{aligned}$$

» Posant

$$\frac{d^nY}{dX^n} = n' A_n, \qquad \frac{d^ny}{dx^n} = n' a_n, \qquad \frac{1}{x} = \varepsilon,$$

on a

$$A_n = (-1)^n x^{2n-1}[a_n + (n-2)\varepsilon a_{n-1} + \alpha' \varepsilon^2 a_{n-2} + \ldots].$$

» Soit une fonction $f(A_0, A_1, \ldots, A_n)$ dont tous les termes soient de poids et de degré constants p, δ; en supposant ε infiniment petit, on aura

$$\begin{aligned}
&f(A_0, A_1, \ldots, A_n)\\
&= (-1)^p x^{2p-\delta}\left\{f(a_0, a_1, \ldots, a_n) + \varepsilon\left[-a_0 \frac{\partial f}{\partial a_1} + 2a_2 \frac{\partial f}{\partial a_3} + 2a_3 \frac{\partial f}{\partial a_4} + \ldots + (n-2)a_{n-1} \frac{\partial f}{\partial a_n}\right]\right\}.
\end{aligned}$$

» Donc, pour que f soit invariant pour la substitution considérée, il faut qu'on ait

$$a_2 \frac{\partial f}{\partial a_3} + 2a_3 \frac{\partial f}{\partial a_4} + 3a_4 \frac{\partial f}{\partial a_5} + \ldots + (n-2)a_{n-1} \frac{\partial f}{\partial a_n} = a_0 \frac{\partial f}{\partial a_1}.$$

» En particulier, si f ne contient pas a_1, ce qui est le cas des *réciprocants purs*, on aura

$$a_2 \frac{\partial f}{\partial a_3} + 2a_3 \frac{\partial f}{\partial a_4} + \ldots + (n-2)a_{n-1} \frac{\partial f}{\partial a_n} = 0. \qquad \text{C. Q. F. D.}$$

» Ainsi, l'on voit qu'un invariant différentiel est en même temps réciprocant et sous-invariant; ce n'est nullement un mélange ou une combinaison de deux choses différentes, mais plutôt, pour ainsi dire, une personnalité seule et indivisible douée de deux natures tout à fait distinctes.

» Afin de compléter la théorie, il faut démontrer la réciproque, c'est-à-dire que toute forme douée de ces deux natures est un réciprocant projectif. M. Halphen effectue cela en trouvant le développement complet de sa série et en faisant voir que, quand le coefficient de la première puissance de ε disparaît, la même chose aura lieu pour tous les coefficients suivants. Voici notre méthode, à nous de l'effectuer.

» Soit H une forme rationnelle et entière dont le terme principal (c'est-à-dire celui qui contient la plus haute puissance du terme le plus avancé) est Gh^i. On suppose que le théorème à démontrer est vrai jusqu'à la lettre g incluse, et que $VA = 0$, $\Omega H = 0$ sans que H soit projectif.

» Alors évidemment $VG = 0$, $\Omega G = 0$ et G, par hypothèse, sera projectif. Soit H′ une puissance d'un protomorphe pour laquelle le terme principal est $G'h^i$, alors, si $H_1 = G'H - GH'$, G, G′, H′ sont projectifs, mais H non projectif; donc, H_1 (qui, comme H, est anéanti par V et par Ω) sera non projectif : de plus, dans H_1 le degré du terme principal en h est abaissé. De la même manière on peut construire H_2, H_3, ... jusqu'à ce qu'on parvienne à une forme (¹) qui ne contient pas h, laquelle possédera les mêmes caractères que H, ce qui est impossible par hypothèse. Donc, si le théorème à démontrer est vrai pour un nombre quelconque donné de lettres, il sera vrai universellement : mais il est évidemment vrai pour la fonction a qui est le seul réciprocant à une lettre. Donc, si $VI = 0$ et $RI = 0$, I est un réciprocant projectif, c'est-à-dire un invariant différentiel. Ce qui était à démontrer. »

(¹) Cette forme sera, en effet, le résultant de H et de la première puissance du protomorphe. Nous avons jugé inutile de dire dans le texte que G′, comme G, sera anéanti par V et par Ω et conséquemment, par hypothèse, sera lui aussi projectif.

RAPPORTS.

MM. **J. Bertrand** et **C. Jordan** signalent une erreur de date qui s'est glissée dans leur Rapport sur une réclamation de priorité de M. *Mestre*, au sujet de l'intégraphe de MM. *Napoli* et *Abdank-Abakanowicz*.

A la septième ligne de ce Rapport (t. CI, p. 1465), *au lieu de :* Le 16 mars 1875, M. Mestre a pris un brevet..., *il faut lire :* Le 16 mars 1885, M. Mestre a pris un brevet...

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

NAVIGATION. — *Détermination du mouvement angulaire que prend un navire sur une houle de vitesse et de grandeur données.* Mémoire de M. **L. de Bussy**. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Géographie et Navigation.)

« Étant donné un navire dont on connaît la *courbe de stabilité*, la *courbe d'extinction du mouvement oscillatoire*, la durée de l'*oscillation pendulaire*, il s'agit de déterminer les positions angulaires successives que prendra le navire sur une houle de grandeur et de vitesse connues. Je considérerai comme établis les principes suivants, dont le premier est généralement admis, et dont les deux derniers, formulés par MM. de Benazé et Risbec, concordent avec les expériences de roulis qu'ils ont exécutées en 1872.

» 1° Un navire, supposé stable, tendra, lorsqu'il se trouvera en travers à la houle, à prendre une position telle que le plan des mâts soit normal à la *pente effective* de la vague. Lorsque le plan des mâts du navire, au lieu de passer par la normale à la pente effective de la vague, fait un angle θ avec cette normale, le couple qui tend à le ramener à cette position normale a la même valeur que celui qui, en eau calme, tend à le rapprocher de la verticale lorsqu'il s'en trouve écarté de l'angle θ.

» 2° La loi de l'extinction du mouvement oscillatoire du navire sous l'influence des résistances qu'il développe est donnée par l'équation

$$(1) \qquad \eta + 1 = (\eta_0 + 1)^{a^{-\frac{\alpha t}{T}}},$$

dans laquelle η_0 représente l'amplitude *simple* de l'oscillation à l'origine du temps, c'est-à-dire l'angle que fait l'axe du navire avec la verticale à l'origine du temps, cette origine coïncidant avec le moment où le navire atteint

son inclinaison extrême sur un bord; η représente la valeur que prend l'amplitude au bout du temps t; T est la durée de l'oscillation supposée ici constante; α est la raison d'une série en progression arithmétique qui se forme en ajoutant l'unité au nombre qui exprime chaque amplitude, et en prenant les logarithmes des logarithmes des quantités ainsi obtenues; a représente le nombre 10. La courbe qui a pour ordonnées les valeurs de η et les temps pour abscisses est connue sous le nom de *courbe d'extinction*. La fonction η peut être représentée par l'expression $\eta_0 e^{-\varepsilon t}$, dans laquelle e est la base des logarithmes népériens et ε une fonction du temps qu'il s'agit de déterminer. La différentiation de l'équation $\eta = \eta_0 e^{-\varepsilon t}$ donne

$$\frac{d\eta}{dt} = -\eta_0 e^{-\varepsilon t}\varepsilon,$$

ou, en désignant par η' la dérivée de η par rapport au temps, $\eta' = -\eta\varepsilon$. Donc $\varepsilon = -\frac{\eta'}{\eta}$.

» 3° La loi qui, dans l'oscillation du navire soumis à la fois à l'action de la gravité et à celle des résistances que développe le mouvement angulaire, lie le temps à l'espace parcouru, est exprimée par l'équation

$$(2) \qquad \theta = \eta_0 e^{-\varepsilon t}\left(\cos\frac{\pi t}{T} + \frac{\varepsilon T}{\pi}\sin\frac{\pi t}{T}\right),$$

dans laquelle θ représente l'angle que l'axe du navire fait avec la verticale, au bout du temps t, l'origine du temps coïncidant avec le moment où le navire atteint son inclinaison extrême sur un bord, et η_0, t, T et ε ont les valeurs sus-indiquées. Comme $\eta_0 e^{-\varepsilon t} = \eta$, l'équation (2) peut s'écrire

$$(3) \qquad \theta = \eta\left(\cos kt + \frac{\varepsilon}{k}\sin kt\right), \qquad \text{en posant} \qquad \frac{\pi}{T} = k,$$

» Cherchons, en partant des principes posés ci-dessus, quel sera le mouvement angulaire d'un navire placé en travers d'une houle de vitesse et de grandeur données. Je me bornerai maintenant à considérer le cas où les oscillations, dont l'amplitude ne dépasse pas les inclinaisons que le navire est susceptible de prendre sous l'action de la houle, restent sensiblement isochrones. Il y a lieu d'observer que c'est dans le cas où les oscillations, y compris celles de grande amplitude, restent isochrones, qu'il y a le plus d'intérêt à déterminer le mouvement angulaire que prend un navire sur une houle donnée.

» La forme des vagues est telle, qu'on peut décomposer la période de la houle en un nombre assez restreint d'intervalles, pendant chacun desquels la pente effective de la portion de la vague qui porte le navire peut être

considérée comme constante. Soit Ω_1 la vitesse angulaire du navire au commencement d'un de ces intervalles, et soit θ_1 l'angle que fait, au même moment, l'axe du navire, avec la perpendiculaire à la pente effective.

» La différentiation de l'équation (3), dans laquelle $\eta = \eta_0 e^{-\varepsilon t}$, donne $\frac{d\theta}{dt} = -\eta \frac{k^2+\varepsilon^2}{k} \sin kt$. Dans le cas actuel $\frac{d\theta}{dt} = \Omega_1$; donc, on a, en même temps que l'équation (3), l'équation

$$(4) \qquad \Omega_1 = -\eta \frac{k^2+\varepsilon^2}{k} \sin kt.$$

» Des équations (3) et (4) on tire

$$\eta \sin kt = -\Omega_1 \frac{k}{k^2+\varepsilon^2}, \qquad \eta \cos kt = \frac{\theta_1(k^2+\varepsilon^2)+\varepsilon\Omega_1}{k^2+\varepsilon^2}.$$

En élevant ces deux équations au carré et en les ajoutant, on obtient

$$(5) \qquad \eta^2 = \frac{k^2\theta_1^2 + (\varepsilon\theta_1+\Omega_1)^2}{k^2+\varepsilon^2}.$$

» On a vu que $\varepsilon = -\frac{\eta'}{\eta}$. En différentiant l'équation (1) et en divisant la valeur de η' que donne le différentiation par la valeur de η, on obtient pour $-\frac{\eta'}{\eta}$, soit pour ε, la valeur $\frac{\frac{\alpha}{T} a^{-\frac{\alpha t}{T}} (\eta_0+1)^{a^{-\frac{\alpha t}{T}}} l(\eta_0+1) la}{(\eta_0+1)^{a^{-\frac{\alpha t}{T}}}-1}$, où la lettre l est le signe du logarithme népérien. Si, dans cette expression de la valeur générale de ε, on fait t égal à o, on obtient évidemment la valeur de ε qui correspond à $\eta = \eta_0$. L'équation $\varepsilon = \frac{\frac{\alpha}{T}(\eta+1)\, l(\eta+1)\, la}{\eta}$ est donc celle qui lie l'amplitude de l'oscillation au rapport de l'amplitude à sa dérivée. Elle devient, si l'on pose $\frac{\varepsilon T}{\alpha\, la} = \varepsilon'$,

$$(6) \qquad \varepsilon' = \frac{(1+\eta)\, l(1+\eta)}{\eta}.$$

» L'équation (6), si l'on y considère ε' et η comme représentant une abscisse et l'ordonnée correspondante, est celle d'une courbe dont j'aurai à me servir pour la résolution du problème. Cette courbe est la même pour tous les navires. Si, dans l'équation (5), on remplace ε par sa valeur en fonction de ε', et si l'on pose $\frac{\alpha\, la}{T} = k'$, on a

$$(7) \qquad \eta^2 = \frac{k^2\theta_1^2}{k^2+k'^2\varepsilon'^2} + \frac{(k'\varepsilon'\theta_1+\Omega_1)^2}{k^2+k'^2\varepsilon'^2}$$

L'équation (7), en y considérant ε' comme représentant une abscisse et η comme représentant une ordonnée, est celle d'une seconde courbe dont l'intersection avec la courbe que représente l'équation (6) donnera évidemment les valeurs de η et de ε' correspondant à $\theta = \theta_1$ et $\frac{d\theta}{dt} = \Omega_1$, valeurs que j'appellerai η_1 et ε'_1. η_1 étant connu, ainsi que ε'_1 (et, par suite aussi, ε_1 valeur correspondante de ε), l'équation $\Omega = -\eta\frac{k^2+\varepsilon^2}{k}\sin kt$ permet de trouver la valeur de t, c'est-à-dire le temps écoulé entre le commencement de l'oscillation à laquelle on peut regarder comme appartenant le mouvement angulaire qu'il s'agit de déterminer, mouvement qui s'accomplit pendant la fraction de période considérée, et le commencement de cette fraction de période. Soit t_1 cette valeur de t, et soit t_2 la durée de la fraction de période considérée; au bout de ce temps t_2, η aura pris une valeur η_2 que la courbe d'extinction permet de déterminer. Il suffit pour cela de chercher l'ordonnée de cette courbe qui est égale à η_1, et de porter, à partir de cette ordonnée, sur l'axe des abscisses, une distance égale à t_2, pour trouver l'ordonnée dont la longueur, moindre que η_1, est égale à η_2. η_2 étant connu, ε'_2 est connu aussi, puisque les valeurs de η et de ε' sont liées ensemble par l'équation (6). η_2 et ε'_2 étant connus (ainsi que la valeur correspondante de ε que j'appellerai ε_2), l'angle θ_2 que fera l'axe du navire avec la normale à la houle au bout du temps t_2 sera donné par l'équation

$$\theta_2 = \eta_2\left[\cos k(t_1+t_2) + \frac{\varepsilon_2}{k}\sin k(t_1+t_2)\right]. \text{ »}$$

M. **Ch. Beaugrand** adresse une Note sur les poussières météoriques recueillies dans l'atmosphère, du 27 au 30 novembre 1885.

(Commissaires : MM. Daubrée, Berthelot, Mascart.)

M. **L. Sandras** adresse une suite à ses Communications sur les modifications de la voix humaine, par les inhalations.

(Commissaires précédemment nommés : MM. Vulpian, P. Bert, Charcot.)

M. **Dourif** adresse, de Clermont-Ferrand, un Mémoire portant pour titre : « Un remède pour la vigne ».

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

MM. E. Desnos, J. Chatin, E. Rivière, J. Mahé adressent des remerciements à l'Académie, pour les distinctions dont leurs travaux ont été l'objet dans la dernière séance publique.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Les « Causeries scientifiques » de M. *H. de Parville*, vingt-troisième année, 1883; et vingt-quatrième année, 1884.

2° Un nouveau numéro du *Bullettino* publié par M. le prince *Boncompagni*, contenant la fin des « Documenti inediti per la storia dei manoscritti galileiani nella Biblioteca nazionale di Firenze, pubblicati ed illustrati da Antonio Favaro ».

ASTRONOMIE. — *Coordonnées rectangulaires et éphéméride de la comète Fabry.* Note de M. Gonnessiat, présentée par M. Lœwy.

« Les coordonnées rectangulaires de la comète, rapportées à l'équinoxe et à l'équateur moyens de 1886,0, ont pour expressions

$$x = [9,718655] \sin(v + 221^\circ 26' 29'',8) \operatorname{séc}^2 \frac{v}{2},$$

$$y = [9,607128] \sin(v + 245^\circ 42' 25'',9) \operatorname{séc}^2 \frac{v}{2},$$

$$z = [9,801786] \sin(v + 140' 20' 34'',4) \operatorname{séc}^2 \frac{v}{2}.$$

» D'où l'on a déduit l'éphéméride suivante, calculée pour minuit, temps moyen de Paris.

Dates. 1886.	α appar.	δ appar.	Log Δ.	I.
	h m s	° ′		
Janvier 1........	23.44. 4,0	+20.51. 0	0,2260	1,33
3........	23.41.57,9	+20.55.34	»	»
5........	23.40. 0,8	+21. 1. 1	0,2302	1,39
7........	23.38.12,1	+21. 7.19	»	»

Dates. 1886.	α appar. h m s	δ appar. ° ′ ″	Log Δ.	I.
Janvier 9........	23.36.31,6	+21.14.31	0,2339	1,45
11........	23.34.58,8	+21.22.35	»	»
13........	23.33.33,3	+21.31.34	0,2370	1,53
15........	23.32.14,7	+21.41.28	»	»
17........	23.31. 2,7	+21.52.16	0,2393	1,63
19........	23.29.56,7	+22. 4. 1	»	»
21........	23.28.56,5	+22.16.41	0,2409	1,75
23........	23.28. 1,8	+22.30.17	»	»
25........	23.27.12,1	+22.44.50	0,2416	1,89
27........	23.26.27,2	+23. 0.20	»	»
29........	23.25.46,7	+23.16.47	0,2412	2,04

ASTRONOMIE. — *Sur la nouvelle étoile de la constellation d'Orion*. Note de M. Ch. **Trépied**, présentée par M. Mouchez.

« La nouvelle étoile, signalée dans la constellation d'Orion par un télégramme de l'observatoire de Lord Crawford (Dun-Echt, Écosse), a été, dès le 19 décembre, étudiée à l'observatoire d'Alger au point de vue de sa grandeur, de sa position et de son spectre.

» La couleur de cette étoile est rouge orangé; sa grandeur, déterminée le 19 décembre au moyen des étoiles suivantes de l'Atlas de Bonn :

	Grandeur.
B.D. + 20°, n° **1156**......	7,2
B.D. + 19°, n° **1126**......	6,3

a été trouvée de 6,7. Il n'a pas été possible d'observer de nouveau l'étoile avant le 23, et, ni ce jour-là, ni le lendemain, je n'ai constaté aucun changement appréciable dans sa grandeur.

» J'ai déterminé la position par une comparaison équatoriale dont je donne ci-dessous le résultat, avec l'étoile B.D. + 20°, n° 2172 :

Décembre 19..... $-2^s,80$ $+3'34'',0$.

» La position moyenne de l'étoile de comparaison étant, pour 1885,0, d'après le Catalogue de Rumker,

1885,0...... $\alpha = 5^h 49^m 2^s,20$ $\delta = +20° 5' 39'',5$

celle de l'étoile nouvelle serait :

1885,0...... $\alpha' = 5^h 48^m 59^s,40$ $\delta' = +20° 9' 13'',6$

Une étoile de 11[e] grandeur passe 4^s environ *après* la nouvelle et est plus *australe* de $10''$.

» Le spectre est très remarquable, il appartient certainement au type III de Vogel. J'ai distingué très nettement six bandes obscures, deux dans le rouge et l'orangé, quatre dans le vert et le bleu. Les bandes du rouge et de l'orangé sont beaucoup plus marquées et plus larges que dans le spectre d'α Orion et même que dans celui de β Pégase, qui est un des plus beaux exemples connus du type III.

» Le 23 décembre, j'ai, pour la première fois, soupçonné l'existence de lignes brillantes dans le vert; mais cette observation est un peu incertaine. On sait combien il est difficile de décider si les apparences de lignes ou de bandes brillantes, dans un spectre faible, sont vraiment celles qui caractérisent l'état d'incandescence d'une matière gazeuse, ou s'il faut les attribuer à un effet de contraste causé par le voisinage des bandes obscures. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la transformation des fonctions fuchsiennes et la réduction des intégrales abéliennes.* Note de M. **H. Poincaré**, présentée par M. Hermite.

« Soient x et y deux variables liées par une relation algébrique

$$(1) \qquad \varphi(x, y) = 0$$

de genre p; posons

$$(2) \qquad x = f(x', y'), \qquad y = f_1(x', y'),$$

f et f_1 étant rationnels. On en déduira entre x' et y' une relation algébrique

$$(3) \qquad \psi(x', y') = 0,$$

qui sera, en général, de genre $q > p$. On voit ainsi comment, par une opération algébrique, une courbe de genre q peut se réduire au genre p. En même temps, les fonctions abéliennes de rang q, engendrées par la courbe (3), peuvent se réduire à des fonctions de rang p.

» La réduction des fonctions abéliennes a été l'objet de travaux fort nombreux, parmi lesquels les plus approfondis sont ceux de MM. Weierstrass et Picard. J'ai donné moi-même, à ce sujet, un théorème, d'après lequel, quand il y a réduction, on peut, par une transformation d'ordre k,

changer la fonction Θ à réduire en un produit de fonctions Θ, d'un moindre nombre de variables. L'entier k est alors le nombre caractéristique de la réduction.

» Ce théorème fournit une classification très simple des cas de réduction, qui peut être utile pour divers objets, mais qui offre l'inconvénient grave de ne pas distinguer des autres les cas où la réduction des fonctions abéliennes est accompagnée de la réduction du genre d'une courbe algébrique.

» On sait, en effet, que tous les systèmes de fonctions abéliennes ne sont pas engendrés par une courbe algébrique; et, quand on appliquera la réduction à des fonctions engendrées de cette façon, il n'arrivera pas toujours que les fonctions réduites soient susceptibles du même mode de génération. Nous avons démontré, au contraire, M. Picard et moi, qu'un système *quelconque* de fonctions abéliennes peut être déduit par réduction d'un système analogue, engendré par une courbe algébrique.

» On peut éviter cet inconvénient, en prenant pour point de départ d'une classification des cas de réduction la théorie de la transformation des fonctions fuchsiennes. On peut se proposer, étant donné un groupe fuchsien, de trouver les sous-groupes fuchsiens qui y sont contenus, et cette étude présente avec la transformation des fonctions elliptiques une analogie sur laquelle il est inutile d'insister.

» Avant d'aller plus loin, revenons aux équations (1) et (2) et observons que x' et y' seront, en général, des fonctions non uniformes de x et de y; mais que ces fonctions peuvent cependant être inramifiées (*unverzweigt*), c'est-à-dire que, quand x et y décrivent des contours fermés *infiniment petits*, x' et y' reviennent à la même valeur.

» Comme premier résultat, on peut montrer que, si x' et y' sont des fonctions inramifiées, et si $p=1$, on devra avoir aussi $q=1$, de telle sorte que la réduction au genre 1 par des fonctions inramifiées est impossible. Si $p=q=1$, le problème de la réduction se ramène simplement à celui de la transformation des fonctions elliptiques.

» Je me bornerai, pour le moment, à citer quelques exemples. Je numéroterai les côtés du polygone générateur de mon groupe fuchsien, en suivant son périmètre dans le sens positif, et j'exprimerai la loi de conjugaison des côtés par la notation suivante : $(a, b; c, d; \ldots)$, ce qui voudra dire que le côté numéroté a est conjugué du côté b, le côté c du côté d, etc. L'angle des deux côtés a et b sera désigné par la notation $\overline{a.b}$; substitution qui change le côté a dans le côté conjugué b, par la notation $S(a, b)$; le poly-

gone fondamental s'appellera P, et son transformé par la substitution $S(a, b)$ s'appellera $P\,S(a, b)$. J'appellerai q, p et k, le genre avant réduction, le genre après réduction et le nombre caractéristique de la réduction.

» Le polygone Q générateur du sous-groupe envisagé se composera du polygone P et d'un certain nombre de ses transformés ; le côté numéroté 1 sera le même dans P et dans Q.

» *Exemple I.* — P est un hexagone avec la loi de conjugaison

$$(1, 3;\ 2, 4;\ 5, 6).$$

» $\overline{5.6} = \pi$, la somme des autres angles est égale à π. Nous prendrons

$$Q = P + P\,S(5, 6);$$

Q sera un octogone avec la loi $(1, 3;\ 2, 4;\ 5, 7;\ 6, 8)$.

$$p = 1, \qquad q = 2, \qquad k = 2$$

(réduction du genre 2 au genre 1 avec entier caractéristique 2).

» *Exemple II.* — P est un hexagone avec la même loi de conjugaison que plus haut.

» $\overline{5.6} = \frac{2\pi}{3}$, la somme des autres angles est $\frac{2\pi}{3}$. Nous prendrons

$$Q = P + P\,S(5, 6) + P\,S^2(5, 6);$$

Q sera un dodécagone avec la loi $(1, 3;\ 2, 4;\ 5, 7;\ 6, 8;\ 9, 11;\ 10, 12)$.

$$p = 1, \qquad q = 3, \qquad k = 3.$$

» *Exemple III.* — P est encore un hexagone, et sa loi est toujours la même. On a encore

$$Q = P + P\,S(5, 6) + P\,S^2(5, 6).$$

» L'angle $\overline{5.6}$ est toujours $\frac{2\pi}{3}$, mais la somme des autres angles est 2π. La loi du dodécagone est changée et devient

$$(1, 3;\ 2, 8;\ 4, 6;\ 5, 11;\ 7, 9;\ 10, 12).$$

$$p = 1, \qquad q = 2, \qquad k = 3.$$

» *Exemple IV.* — P est un hexagone dont les côtés opposés sont conju-

gués. La somme des angles de rang pair, de même que celle des angles de rang impair, est égale à π. Nous prendrons

$$Q = P + P S(1, 4) + P S^2(1, 4);$$

Q aura 14 côtés et nous prendrons, pour loi de conjugaison,

$$(1, 8;\ 7, 14;\ 5, 12;\ 3, 10;\ 6, 9;\ 4, 11;\ 2, 13).$$

» On a encore

$$p = 1, \qquad q = 2, \qquad k = 3.$$

» *Exemple V.* — P est un octogone dont les côtés opposés sont conjugués. On prendra

$$Q = P + P S(1, 5).$$

Q aura 14 côtés; je prendrai les côtés opposés conjugués.

» Dans ce cas, on aura

$$p = 2, \qquad q = 5, \qquad k = 2,$$

et x', y' seront des fonctions inramifiées de x et y. »

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Essai d'application du calcul à l'étude des sensations colorées.* Note de M. **R. Feret**, présentée par M. Cornu.

« I. *Définitions.* — J'appelle *blanc* la sensation que l'on perçoit quand on regarde un papier enduit de sulfate de baryte et éclairé par une lumière d'intensité bien définie (Rosenstiehl), et je ne m'occupe, pour commencer, que des sensations colorées ou *couleurs* que l'on perçoit quand on voit les différents corps de la nature dans les mêmes circonstances.

» Je donne donc au mot *couleur* un sens purement physiologique.

» Je dis que deux couleurs sont *de même nuance,* quand on peut engendrer une même couleur, d'ailleurs quelconque, en combinant séparément, par la méthode des disques tournants, des angles convenables de chacune d'elles, de noir et de blanc, abstraction faite de toute idée de lumière ou de réfrangibilité.

» Deux couleurs sont *de nuances complémentaires* quand, en les combinant par rotation, on peut reproduire la sensation d'un gris ou du blanc.

» Si plusieurs couleurs combinées par rotation à angles convenables peuvent donner pour résultante le blanc pur, je dis que chacune d'elles

est une *couleur franche*. Il résulte de cette définition que toute couleur obtenue en combinant par rotation le blanc à une couleur franche est encore une couleur franche.

» J'appelle *couleur rabattue* toute couleur qu'on peut engendrer par la combinaison d'une couleur franche avec le noir seul, ou avec le noir et le blanc. Si α, φ, $1 - \alpha - \varphi$ sont les angles d'une certaine couleur franche, du noir et du blanc (la circonférence étant prise pour unité) dont la rotation reproduit une couleur donnée, j'appelle *composante franche* de cette couleur la couleur franche qu'on engendre en combinant l'angle α de la couleur franche considérée à un angle $1 - \alpha$ de blanc, et *composante noire* le gris qui résulte de la rotation d'un angle φ de noir avec un angle $1 - \varphi$ de blanc.

» Enfin j'appelle *saturation* la qualité qui distingue les diverses couleurs obtenues en combinant au blanc divers angles d'une même couleur quelconque (même d'un gris), et je la définis comme proportionnelle à ces angles.

» On reconnaît facilement qu'une couleur quelconque peut être définie par trois données qui sont : 1° sa nuance; 2° la saturation de sa composante franche; 3° la saturation de sa composante noire (nulle pour les couleurs franches). Par suite, il est possible de représenter toutes les couleurs par les trois coordonnées de points de l'espace.

» II. *Représentation des couleurs.* — Soit, parmi toutes les couleurs franches d'une nuance donnée, A celle dont la saturation est choisie pour unité. Je représente :

» 1° Le blanc par un point quelconque O de l'espace pris comme origine;

» 2° La couleur A par un point A situé à la distance 1 du point O;

» 3° Une couleur franche quelconque A_1, de même nuance que A et de saturation a_1 par un point A_1 situé sur la droite OA à une distance a_1 du point O;

» 4° Une couleur franche A′ de nuance complémentaire par un point situé de l'autre côté du point O à une distance de ce point égale à la saturation de cette couleur.

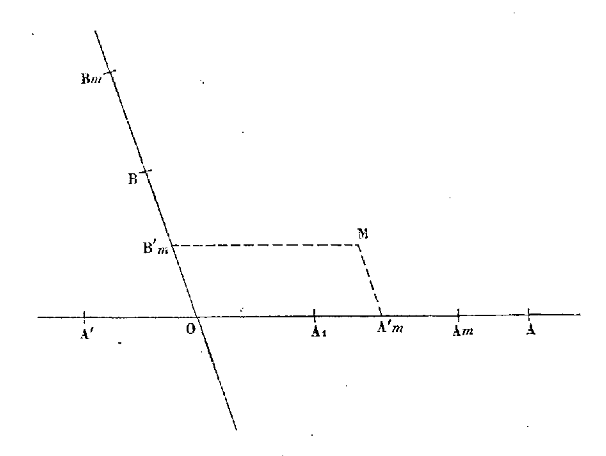
» Soit B une seconde couleur franche quelconque dont la nuance est distincte de celle de A. Comme sa saturation n'est pas comparable à celle de cette couleur, je me donne arbitrairemeut le nombre b qui la mesure. Je représente alors la couleur B par un point B situé à une distance b du point O sur une droite arbitraire issue de ce point, et toutes les couleurs

franches de même nuance et de nuance complémentaire par les points de la même droite situés de part et d'autre du point O à des distances de ce point égales à leurs saturations.

» On peut, sans se donner d'autres paramètres, déterminer les points représentatifs de toutes les couleurs franches d'après le théorème suivant, conséquence d'une suite de propositions que je démontre :

» *Deux couleurs franches quelconques* A *et* B *de nuances distinctes étant données, une couleur franche quelconque* M *peut toujours être considérée comme résultant de la combinaison rotative d'une couleur franche de même nuance que* A *ou de nuance complémentaire avec une couleur franche de même nuance que* B *ou de nuance complémentaire.*

Soient A_m et B_m ces deux couleurs, a_m et b_m leurs saturations, *lesquelles*



peuvent être supérieures à celles des couleurs franches de mêmes nuances les plus saturées que l'on connaisse; α_m et β_m les angles qu'il faut combiner de ces deux couleurs pour engendrer la couleur M. ($\alpha_m + \beta_m = 1$.) Soient A'_m et B'_m les points représentatifs des couleurs que l'on obtient en combinant séparément avec le blanc un angle α_m de la couleur A_m et un angle β_m de la couleur B_m. ($\overline{OA'_m} = \alpha_m a_m$, $\overline{OB'_m} = \beta_m b_m$).

» *Je représente la couleur* M *par le point de rencontre des parallèles menées aux droites* OB *et* OA *par les points* A'_m *et* B'_m.

» La construction est la même quand les couleurs A_m et B_m sont de nuances complémentaires à A et à B.

» Je représente les gris et le noir par des points de la perpendiculaire élevée en O au plan OAB dont les distances au point O soient égales aux saturations de ces couleurs, et les couleurs rabattues par les points obtenus,

en composant par la méthode du parallélogramme leur composante franche et leur composante noire. Enfin je représente par les points situés de l'autre côté du plan des couleurs franches les couleurs plus lumineuses que ces dernières et dont on perçoit les sensations quand on regarde des surfaces fortement éclairées. J'y arrive en considérant ces couleurs comme formées d'une composante franche et d'une composante noire négative.

» De même que la construction de Maxwell repose sur la connaissance des trois nuances fondamentales, de même le diagramme que l'on obtient par les constructions qui viennent d'être indiquées est parfaitement déterminé quand on s'est donné trois paramètres, pour lesquels on peut choisir les rapports des saturations de deux couleurs franches, et du noir à la saturation prise comme unité d'une première couleur franche. D'ailleurs je démontre que toutes ces propriétés concordent bien entre elles. Enfin il ne s'appuie pas sur la théorie des couleurs fondamentales, sans cesser pourtant de rester d'accord avec elle.

» Ce diagramme permet de prévoir rapidement la résultante de plusieurs couleurs.

» Théorème. — *Si* $A_1, A_2, \ldots, A_p, \ldots, A_n$ *sont les points représentatifs de n couleurs quelconques, le point représentatif de la couleur qu'on obtiendra en combinant des angles* $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_p, \ldots, \alpha_n$ *de ces couleurs sera l'extrémité d'un contour polygonal issu du point* O *et ayant pour côtés des droites égales en longueur, direction et sens aux droites* $OA'_1, OA'_2, \ldots, OA'_p, \ldots, OA'_n$ *égales respectivement à* $\alpha_1 \overline{OA}_1, \alpha_2 \overline{OA}_2, \ldots$. *Analytiquement, si l'on définit ces couleurs par les coordonnées* $x_1, y_1, z_1, \ldots, x_p, y_p, z_p, \ldots x_n, y_n, z_n$ *de leurs points représentatifs prises par rapport à un système quelconque d'axes rectangulaires issus du point* O, *les coordonnées* x, y, z *de la résultante seront données par les équations*

$$x = \Sigma(\alpha_p x_p), \qquad y = \Sigma(\alpha_p y_p), \qquad z = \Sigma(\alpha_p z_p).$$

» Ces formules m'ont permis de résoudre aisément un grand nombre de problèmes. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les émétiques de tellure.* Note de M. Daniel Klein, présentée par M. Berthelot.

« Berzélius avait déjà vu qu'il ne se forme aucun composé défini isolable, quand on essaye de faire dissoudre l'hydrate tellureux dans une solution tiède de bitartrate de potassium.

» Nous avons pu préparer quelques émétiques tartrotellureux en partant des tellurites des bases alcalines, les seuls qui soient solubles, et les traitant par l'acide tartrique en proportion convenable.

» La même méthode nous a permis de préparer le citrate double de potassium et d'acide tellureux, ou mieux le citrate double de potassium et de telluryle. Ces composés présentent des propriétés qui les rapprochent des émétiques ; comme eux, ils perdent une molécule d'eau de constitution, quand on les chauffe à 200° ; ce ne sont pas des tartrates doubles ou des citrates doubles ; on devrait les envisager comme des sels de l'acide tartrotellureux ou de l'acide citrotellureux.

» 1° *Tartrate double de potassium et de telluryle, ou tartrotellurite de potassium :* $[C^4H^4O^6]^2 \left\{ \begin{matrix} K^2 \\ TeO \end{matrix} \right. + Aq.$ — On l'obtient en faisant dissoudre dans l'eau poids moléculaires égaux d'acide tartrique et de tellurite de potassium. On concentre à une douce chaleur; il se forme un léger dépôt d'anhydride tellureux impur que l'on sépare, ensuite une solution de bitartrate de potassium; enfin une volumineuse cristallisation d'un sel blanc, opaque, formé de petits prismes enchevêtrés, et dont l'analyse n'a pas donné de résultats constants.

» Ce sel blanc et opaque a été redissous dans l'eau légèrement tiède; cette dernière solution a abandonné, par refroidissement, un sel que l'eau chaude a décomposé en crème de tartre et anhydride tellureux.

» Les eaux mères au sein desquelles s'est formé ce dernier sel, évaporées au bain-marie, donnent un abondant dépôt d'une poudre blanche amorphe. Cette poudre a été purifiée, par redissolution à froid et dépôt par évaporation dans le vide sec, jusqu'à ce que l'analyse ait donné des résultats constants. Ce sel se décompose par l'ébullition de sa solution aqueuse : il se dépose de l'anhydride tellureux, et il reste en dissolution de la crème de tartre.

» 2° *Tartrate double de sodium et de telluryle, ou tartrotellurite de sodium :* $[C^4H^4O^6]^2 \left\{ \begin{matrix} K^2 \\ TeO \end{matrix} \right. + 2Aq.$ — Il a été préparé comme le sel de potassium, en ayant soin d'opérer à une douce chaleur. On obtient, par concentration et refroidissement, une masse blanche, volumineuse, qui est formée d'embryons de cristaux orthorhombiques, accolés par deux. Par dessiccation dans l'air sec, terminée à 100°, elle se transforme en un amas de petits prismes. Ce sel est légèrement gélatineux et adhère aux filtres sur lesquels on le lave. Il faut arrêter le lavage avant que le liquide passe trouble : le

sel est alors décomposé par l'eau, qui lui enlève du tartrate acide de sodium.

» L'eau bouillante le décompose complètement et presque instantanément en anhydride tellureux jaunâtre, souillé par un peu de matière organique, et tartrate acide de sodium.

» 3° *Tartrate double de lithium et de telluryle.* — Ce sel est, à proprement parler, une combinaison de tartrotellurite de lithium et de tartrate acide de lithium. Sa composition est en effet exactement représentée par la formule

$$[C^4H^4O^6]^2 \left\{ \begin{matrix} Li^2 \\ TeO \end{matrix} \right. + \left[C^4H^4O^6 \left\{ \begin{matrix} Li \\ H \end{matrix} \right. \right]^2 + 2\,Aq.$$

» Il a été préparé par une méthode analogue à celle qui a servi à obtenir les précédents : il se dépose en masses feutrées, formées d'aiguilles orthorhombiques enchevêtrées; il est très difficile à purifier. Il se dépose, lorsqu'on le fait redissoudre et recristalliser par évaporation à chaud, une petite quantité d'un sel en croûtes cristallines, que nous n'avons pu étudier. En même temps, il y a un commencement de réduction, et la liqueur se colore légèrement en bleu.

» 4° *Citrate double de potassium et de telluryle, ou citrotellurite de potassium :* $[C^6H^5O^7]^2 \left\{ \begin{matrix} K^2 \\ TeO \\ H^2 \end{matrix} \right. + Aq.$ — Il a été préparé en additionnant d'acide citrique, en proportion convenable, une solution de tellurite de potassium. On obtient ainsi un liquide que l'on concentre jusqu'à consistance sirupeuse, et qu'on évapore dans l'air sec. Il se prend en une bouillie blanche, qu'on essore sur une plaque poreuse, et qu'on fait recristalliser par le même procédé.

» Le citrate double de potassium et de telluryle se présente sous forme d'une masse blanche, formée de petits feuillets enchevêtrés. Ces petits feuillets sont des embryons de cristaux rectangulaires. Ce sel est très soluble dans l'eau, qui ne paraît pas le décomposer. Le citrate double de lithium et de telluryle est gommeux et incristallisable. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la transformation de l'essence de térébenthine en un terpilène actif.* Note de MM. **G. Bouchardat** et **J. Lafont**, présentée par M. Berthelot.

« Nous avons traité l'essence de térébenthine, soigneusement rectifiée de 155° à 157° et dissoute dans son volume environ d'acide acétique cristallisable, par l'acide chromique cristallisé dissous dans l'acide acétique, dans le but d'obtenir des composés oxydés neutres et acides différents du camphre et de ses dérivés directs dont nous poursuivons l'étude. Nous avons employé 1200^{gr} d'essence et 880^{gr} d'acide chromique, soit $3^{éq}$ d'oxygène fixé. La solution chromique étant peu à peu versée dans l'essence refroidie au-dessous de 40°, on n'observe aucune production d'acide carbonique. La majeure partie de l'essence a échappé à l'action oxydante; mais elle a subi, au moins pour une partie, de profondes modifications.

» Pour séparer les produits les plus volatils formés par l'essence modifiée des sels de chrome, nous avons fait une première distillation sous pression réduite à 4^{cm} de mercure, en poussant jusqu'à la température de 130° (¹); le résidu a été soumis à une série de traitements pour en extraire les autres termes de la réaction. Le liquide distillé a été additionné d'eau pour enlever la majeure partie de l'acide acétique; la partie insoluble agitée avec un léger excès de solution alcaline et soumis à de nombreuses distillations fractionnées sous la pression de 4^{cm} de mercure, en prenant la déviation imprimée par chaque fraction au plan de polarisation sous une épaisseur de 10^{cm}. On s'est arrêté quand on n'a plus observé de variations dans les pouvoirs rotatoires. Enfin on a procédé à une dernière rectification sous la pression normale.

» Les produits volatils avant 190° se résolvent en deux termes principaux : l'un passant de 155° à 156° sous la pression normale, on en a recueilli 490^{gr}; le second passant de 174^{gr} à 178^{gr}, on en a recueilli 130^{gr}. Tous deux possèdent la composition de l'essence de térébenthine; ils répondent à la formule $C^{20}H^{16}$. Le dernier terme renferme seulement des traces de produits oxygénés et un peu de cymène $C^{20}H^{14}$; mais les propriétés de ces carbures sont différentes de celles de l'essence primitive.

» Le carbure, passant de 155° à 156°, diffère peu de l'essence primitive ; il a même point d'ébullition, même densité à $0° = 0,876$. Son pouvoir rotatoire est plus élevé ; sous une épaisseur de 10^{cm}, on observe avec la lumière jaune une déviation de $-37°44'$, alors que l'essence primitive déviait seulement de $-33°36'$. On en déduit un pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = -43°,60$; le carbure traité par le gaz chlorhydrique sec donne un mo-

(¹) Dans une seconde opération on a fait cette distillation sous la pression normale jusqu'à 200°; les produits ont été les mêmes sans variations appréciables dans les pouvoirs rotatoires.

nochlorhydrate solide $C^{20}H^{16}HCl$, qui, pour la concentration de $\frac{1}{10}$ dans l'alcool éthéré, possède un pouvoir rotatoire de — 22°,5, alors que le monochlorhydrate obtenu de l'essence primitive a dans les mêmes conditions un pouvoir rotatoire de 28°. — Ce chlorhydrate, traité à 100° par cinquante fois son poids d'eau, se comporte non comme le chlorhydrate de térébenthène, mais comme un mélange de ce corps et de chlorhydrate de camphène, ce qui indique que le carbure générateur n'est pas lui-même homogène et a subi au moins une transformation partielle en camphène.

» Le second carbure bouillant de 174° à 178°, que nous appelons *terpilène lévogyre*, possede assez rigoureusement la composition répondant à la formule $C^{20}H^{16}$:

1° C..........	87,76	H..........	11,54
2° C..........	86,80	H..........	11,35

ses propriétés s'éloignent totalement de celles de l'essence primitive; son odeur rappelle celle de l'essence de citron dont il a le point d'ébullition et les principaux caractères. Il est extrêmement oxydable à l'air. La densité du produit bouillant de 174° à 178° est à 0° de 0,8672; mais ce chiffre est un peu trop élevé pour le carbure $C^{20}H^{16}$ pur : le produit renfermant près de $\frac{1}{6}$ de cymène que nous avons pu en retirer et des traces de composés oxygénés plus denses. Son pouvoir rotatoire lévogyre est très élevé; sous $0^{m},05$ d'épaisseur, on observe une déviation de — 23°58′, ce qui correspondrait à un pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = -56°$, la substance étant considérée comme pure.

» Ses propriétés chimiques diffèrent complètement de celles de l'essence primitive, elles sont celles du citrène; 65^{gr} de carbure traités par un courant de gaz chlorhydrique sec en ont fixé 30^{gr}, ce qui correspond à la transformation totale en dichlorhydrate. Le produit cristallise abondamment, les cristaux isolés présentent la composition d'un chlorhydrate de terpilène ou de citrène : $C^{20}H^{16}, 2HCl$; Cl = 33,44 pour 100; ils fondent à + 47°, ses solutions n'agissent pas sur la lumière polarisée.

» Traité par l'eau à 100° ou mieux par la potasse alcoolique, le bichlorhydrate perd son acide chlorhydrique en fournissant le mélange de carbure $C^{20}H^{16}$ et de monohydrate désigné sous le nom de *terpinol*.

» Des cristaux de bichlorhydrate de terpilène actif il s'est séparé une petite quantité de liquide à pouvoir rotatoire sensiblement nul. Nous l'avons soumis à une série de distillations fractionnées sous la pression de $0^{m},05$ de mercure. Nous avons ainsi isolé une portion bouillant de 174° à 180° sous la pression normale, à pouvoir rotatoire lévogyre de — 1°,10 et formé de très petites quantités de terpilène actif lévogyre et de cymène inactif que nous avons transformé à l'état de sulfocyménate de baryte, après avoir détruit le terpilène :

$$Ba = 22,24 \text{ pour } 100, \qquad H^2O^2 = 8,7 \text{ pour } 100.$$

Ce cymène provient de l'oxydation de l'essence de térébenthine. Les portions intermédiaires passant de 105 à 125 sous la pression de $0^{m},05$ sont légèrement dextrogyres; $[\alpha]_D$ voisin de + 2°,30; leur poids est très faible. Ce pouvoir rotatoire est dû à de très petites quantités de composés oxygénés existant dans le terpilène et que nous avons trouvés dans les termes à point d'ébullition plus élevé, provenant de la fixation d'oxygène sur l'essence de térébenthine mise en réaction. La fin passant de 125° à 130° sous la pression de $0^{m},015$ dépose du dichlorhydrate solide et en a la composition; dans au-

cune fraction, nous n'avons pu déceler la présence, même *à l'état de traces*, de monochlorhydrate solide ou camphre artificiel $C^{20}H^{16}HCl$.

» Ainsi, dans ces conditions, l'essence de térébenthine a été transformée en un carbure de propriétés très voisines de celles de l'essence de citron, en un *terpilène lévogyre* dont le pouvoir rotatoire, si l'on tient compte de la présence du cymène qui est inactif, est voisin de -65° pour la lumière jaune. Le pouvoir rotatoire du citrène est, d'après nos déterminations, dextrogyre et égal à $+104^{\circ},9$. Ce carbure, $C^{20}H^{16}$, occuperait dans la série des carbures terpiléniques bivalents une place parallèle à celle qu'occupent les camphènes actifs dans la série isomérique des carbures camphéniques monovalents. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur l'emploi des oxydes métalliques pour reconnaître dans les vins les colorants dérivés de la houille.* Note de M. P. CAZENEUVE, présentée par M. Friedel.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie une méthode générale, sûre et très précise, pour caractériser dans les vins les matières colorantes, fuchsines, azoïques et autres, si employées aujourd'hui, dérivées plus ou moins immédiatement de la houille. Cette méthode repose sur l'emploi des oxydes métalliques proprement dits. Nous avons essayé en particulier l'oxyde jaune de mercure, l'hydrate d'oxyde de plomb humide et de l'hydrate de peroxyde de fer gélatineux.

» La matière colorante du vin, sorte de tannin, est un acide faible formant, on le sait, des laques insolubles avec un grand nombre de sels métalliques, sels de plomb, de mercure, de fer, etc. Toutefois, l'excès de ces sels soit redissout la laque métallique, soit agit sur les matières colorantes artificielles étrangères. J'ai pensé que l'intervention directe des oxydes de ces métaux, bases faibles et insolubles, fixerait la matière colorante normale du vin, sans exercer d'action destructive vis-à-vis de la plupart des colorants de la houille, et sans contracter de combinaisons avec eux.

» L'expérience a confirmé ces vues. Voici les faits :

« A. *Oxyde jaune de mercure.* — L'oxyde jaune de mercure retient à froid et à chaud la matière colorante normale du vin, et, de plus, la cochenille et les colorants végétaux utilisés pour les vins, et cela d'une façon complète. $0^{gr},20$ environ d'oxyde jaune suffisent pour décolorer 10^{cc} de vin.

» Il laisse passer au contraire à la filtration, à froid comme à chaud, le dérivé sulfo-

conjugué de la fuchsine même à l'état de traces; puis surtout à chaud les colorants suivants : rouge Bordeaux B, rouge soluble (sel sodique du dérivé sulfoconjugué de la roccelline), rouge pourpre, crocéine 3B, écarlate (rouge de Biébrich), ponceau R, ponceau B, orangé R, orangé RRR, orangé II, orangé RR, tropéoline M, tropéoline II, jaune I, jaune solide, jaune de binitronaphtol, jaune NS.

» Ces colorants passent intégralement, même contenus en faible quantité.

» L'oxyde jaune semble retenir une partie des colorants suivants : orangé I, safranine, chrysoïdine, chrysoïne, méthyléosine, jaune II, rouge NN, rouge I, ponceau RR. Il retient totalement l'érythrosine, l'éosine J, le bleu de méthylène, le bleu Coupier, le bleu de diphénylamine.

» Tous ces essais, comme les suivants, ont été pratiqués avec de faibles quantités de matière colorante, représentant le quart et souvent moins de la coloration totale du vin. Ils ont été toujours pratiqués en présence du vin, les conditions du milieu changeant la réaction. Nous citerons l'érythrosine qui passe en solution aqueuse, mais qui est retenue en présence du vin. Comme chauffe, on s'est contenté d'amener à l'ébullition.

» *b. Hydrate d'oxyde de plomb.* — Cet hydrate a été employé renfermant 50 pour 100 d'eau à la dose de 2^{gr} pour 10^{cc} de vin. A froid, il retient la matière colorante normale du vin en agitant une minute ou deux. A chaud, il suffit d'amener à l'ébullition. Tous les colorants végétaux et la cochenille sont aussi retenus.

» Contrairement à l'oxyde de mercure, cet oxyde laisse très bien passer les fuchsines. Nous avons essayé les chlorhydrate, sulfate, acétate, oxalate, arséniate de rosaniline; on acidifie le liquide filtré pour régénérer complètement le sel de rosaniline. Il laisse passer l'orangé I (avec teinte rose), la safranine, l'orangé R, l'orangé RRR (avec teinte rose), la tropéoline M, la tropéoline II, la chrysoïdine, la chrysoïne, l'orangé II, la méthyléosine, le jaune solide, le jaune de binitronaphtol, le jaune NS, le jaune I, le ponceau B. Il retient partiellement l'éosine J, le jaune II, le rouge I, le ponceau RR.

» Comme l'oxyde de mercure, il retient totalement le bleu de méthylène, le bleu Coupier, le bleu de diphénylamine, l'érythrosine; mais, à l'inverse de l'oxyde de mercure, et le fait est remarquable, il retient le dérivé sulfoconjugué de la fuchsine, le rouge Bordeaux B, le rouge pourpre et le rouge soluble de roccelline.

» *c. Hydrate de peroxyde de fer gélatineux.* — Cet oxyde a été employé retenant 90 pour 100 d'eau environ, à la dose de 10^{gr} pour 10^{cc} de vin. On mêle à froid, on amène à l'ébullition. Le vin pur est complètement décoloré. La cochenille et les colorants végétaux sont retenus.

» Les colorants suivants passent : d'abord l'érythrosine, précisément retenue par l'oxyde de mercure et l'oxyde de plomb, puis le dérivé sulfoconjugué de la fuchsine, le rouge Bordeaux B, le pourpre, le rouge soluble, le jaune solide. Au contraire, toutes les fuchsines autres que le dérivé sulfoconjugué sont retenues. Les autres colorants moins importants n'ont pas encore été examinés.

» Ajoutons que l'hydrate stanneux, l'hydrate de zinc ont donné des résultats encourageants. Certains colorants passent, d'autres sont fixés ou totalement, ou partielle-

ment avec formation de laques colorées diversement et souvent d'une façon caractéristique.

» On voit tout de suite une méthode générale possible, soit de distinction de ces colorants, soit de séparation. La comparaison avec une solution type, la teinture de la soie et de la laine, puis réaction de l'acide sulfurique concentré, l'action spectrale (Girard et Pabst), la solubilité dans l'alcool amylique permettront de préciser leur nature, etc., etc.

» Nous dirons, à ce propos, que le traitement du vin par la magnésie et l'alcool amylique à chaud permet d'isoler et de distinguer un grand nombre de bleus artificiels retenus par les oxydes de plomb, de fer et de mercure.

» Nous espérons même généraliser la méthode et distinguer entre eux les colorants naturels. Nous signalerons l'hydrate stanneux, qui retient facilement la matière colorante du vin et laisse passer la cochenille et l'orseille.

» Du vin, il n'y a qu'un pas pour retrouver les colorants artificiels dans les sirops, les liqueurs et autres produits alimentaires. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Culture des betteraves à Wardrecques (Pas-de-Calais), en* 1885. Note de MM. **Porion** et **Dehérain**, présentée par M. Peligot.

« En 1884, le Parlement a modifié, très heureusement pour les intérêts agricoles, le mode de perception de l'impôt qui pèse sur l'industrie sucrière. En établissant les droits, non plus sur le sucre achevé, mais sur les betteraves mises en œuvre, la loi assure la vente des racines riches en sucre à un prix très élevé. Les fabricants ont en effet le plus grand intérêt à extraire des racines un poids de sucre supérieur à celui sur lequel ils payent les droits, puisque, pour ces *excédents* de fabrication, ils s'approprient le lourd impôt de 50^{fr} par quintal, qui grève le sucre livré à la consommation.

» Dans ces conditions nouvelles, le fabricant n'achète plus ses betteraves à prix fixe, mais au contraire à prix variable avec la richesse en sucre; ce mode d'achat, peu pratiqué jusqu'à présent dans la région septentrionale, a inspiré quelques craintes aux cultivateurs du Pas-de-Calais et du Nord : il nous a paru utile de disposer pendant la dernière campagne une série d'essais, pour reconnaître si la loi nouvelle, bien loin d'être nuisible aux intérêts des cultivateurs, comme on n'a pas craint de l'affirmer, ne fournissait pas, au contraire, à ceux qui sauraient en tirer parti, le moyen de réaliser de larges bénéfices.

» On a passé, avec une sucrerie jointe à Wardrecques par un chemin de fer, le marché suivant : la tonne de betteraves sera vendue 35^{fr} pour une densité du jus de 7°, avec diminution ou augmentation de 1^{fr} par dixième de degré au-dessous ou au-dessus de 7°.

» Dans ces conditions, nos betteraves ont valu de 35^{fr} à 41^{fr} la tonne; elles renfermaient de 15 à 16 de sucre dans 100 de jus; le produit brut de l'hectare a varié de 1500^{fr} à près de 1900^{fr}, laissant un produit net de 700^{fr} à 960^{fr}. Ce sont là des chiffres encourageants, et nous croyons devoir indiquer comment ils ont été obtenus.

» La pièce sur laquelle ont eu lieu les essais est située dans la plaine de Wardrecques; elle est formée d'une terre d'excellente qualité qui se loue en moyenne 200^{fr} l'hectare; la terre est forte et gagne à être drainée comme l'a été la pièce en expériences. C'est seulement après avoir donné les labours sur toute l'étendue de la pièce, avoir distribué une fumure générale de 1700^{kg} de tourteaux et de 140^{kg} de nitrate de soude à l'hectare, qu'on a tracé les parcelles de 1 are sur lesquelles on a employé divers engrais complémentaires.

» On a mis comparativement en expériences les graines Vilmorin améliorées et les Dippe, variété qui tire son origine des Vilmorin, mais dont la graine est d'un prix moins élevé; les lignes de betteraves étaient espacées de 0^{m},40; dans la ligne, les racines étaient à 0^{m},20, de façon à obtenir 12 betteraves au mètre carré.

» Les conditions générales : cultures précédentes, engrais, labours, exposition, sont identiques sur toute l'étendue de la pièce; par conséquent, les différences constatées devront être attribuées seulement à la nature de la graine et aux engrais complémentaires employés.

» La terre de Wardrecques se défend bien contre la sécheresse, et ses racines n'eurent pas trop à souffrir du manque de pluie de juillet et d'août; avant les grandes pluies de septembre, elles présentaient une richesse exceptionnelle, atteignant 18 et 19 de sucre dans 100 de jus : cette proportion baissa à l'arrière-saison, mais les racines conservèrent cependant une teneur élevée.

» *Betteraves Vilmorin.* — Avec la fumure générale de tourteaux et d'azotate de soude, on a obtenu, sur le carré d'essai, 41700^{kg} à l'hectare de betteraves marquant 7°,4, renfermant 16,2 de sucre dans 100 de jus et valant 39^{fr} la tonne; la recette est de 1626^{fr}. Sur l'ensemble de la pièce, la récolte est de 41300^{kg} à l'hectare, les betteraves ont été vendues 39^{fr} la tonne; la recette a atteint 1610^{fr} à l'hectare.

» Le sulfate d'ammoniaque n'a augmenté que très légèrement le poids des betteraves

et diminué un peu leur qualité, mais il n'en a pas été de même des superphosphates : employés à la dose de 600kg à l'hectare, ils ont fourni 46400kg de racines valant 39fr,50; le produit brut s'est donc élevé à 1832fr; en forçant la dose de superphosphates, la portant à 1200kg, la qualité des Vilmorin s'est élevée; elles ont marqué 7°,6 et valaient par conséquent 41fr la tonne, mais le poids obtenu à l'hectare n'a pas été augmenté.

» Sans fumure complémentaire, on a dépensé à l'hectare 812fr; le produit brut étant de 1626fr, le produit net n'a pas été moindre que 814fr. Avec les superphosphates les dépenses sont montées, suivant les doses, à 872fr et 932fr; mais, les produits bruts étant de 1832fr et 1882fr, il nous est resté par hectare 960fr et 950fr de produit net.

» *Betteraves Dippe.* — Le poids à l'hectare a légèrement dépassé celui qu'avaient fourni les Vilmorin; mais les Dippe se sont montrées un peu moins riches en sucre et leur prix n'a jamais été supérieur à 38fr la tonne. La fumure générale de tourteaux et d'azotate de soude a donné sur le carré d'essai 43900kg de racines à 35fr et, sur l'ensemble de la pièce, 45300kg à 33fr. Les dépenses ont été de 751fr à l'hectare; le produit brut étant de 1536fr, nous avons eu comme bénéfice 785fr. A la dose de 600kg les superphosphates ont permis d'obtenir 46800kg de racines à 38fr : le bénéfice a été de 907fr; à la dose de 1200kg on a récolté 47800kg de racines, également à 38fr; le produit brut est monté à 1826fr et le bénéfice a été de 945fr.

» *Influence des engrais.* — Il est à remarquer que la fumure organique n'a pas exercé l'influence fâcheuse qu'on lui attribue parfois, car les betteraves ont conservé une richesse remarquable pour une arrière-saison aussi humide que celle de 1885.

» L'emploi des superphosphates a partout été avantageux; or le dosage de l'acide phosphorique total dans la terre de Wardrecques accuse 1gr,3 par kilogramme, chiffre peu différent de 1gr,5 trouvé pour la terre de Grignon, sur laquelle cependant les superphosphates n'exercent aucune action. En employant comme dissolvant l'acide acétique, qui n'attaque que les phosphates de protoxyde qui ont chance de se dissoudre dans l'eau chargée d'acide carbonique du sol, on trouve par kilogramme de terre 0gr,2 à Wardrecques et 0gr,3 à Grignon; la différence est faible : il en faudrait donc conclure que la terre de Wardrecques renferme naturellement une quantité d'acide phosphorique actuellement assimilable, presque suffisante pour subvenir aux besoins d'une bonne récolte de betteraves, et, en effet, les 600kg de superphosphates employés ont fourni 72kg d'acide phosphorique assimilable qui ont paru un complément suffisant, puisque, lorsqu'on a porté la dose à 144kg, on n'en a tiré dans un cas aucun nouvel avantage et que la différence constatée pour les betteraves Dippe est de l'ordre des irrégularités inévitables dans ce genre d'expériences.

» *Conclusions.* — Les chiffres obtenus sur l'ensemble de la pièce qui a plusieurs hectares étant analogues à ceux qu'ont fournis les parcelles d'essais, il en faut conclure que les bénéfices précédents ne sont pas seulement calculés, mais parfaitement réels.

» La réussite de la culture de 1885 peut être attribuée non seulement au choix de la graine et de la fumure et au rapprochement des plants, mais aussi à la qualité de la terre de Wardrecques et aux soins dont elle est l'objet; quelque part qu'aient cependant ces dernières conditions dans les ré-

sultats obtenus, il n'est pas admissible qu'on ne puisse reproduire ailleurs ce que nous avons fait, et il en découle manifestement que, sous l'empire de la loi nouvelle, la culture de la betterave à sucre pour les fabriques abonnées peut être très avantageuse. »

PHYSIOLOGIE. — *De l'action toxique des sels alcalins.* Note de M. **Charles Richet**, présentée par M. A. Richet.

« En continuant mes recherches sur l'action toxique comparée des sels alcalins, j'ai étudié, après les chlorures, les bromures et iodures de lithium, de potassium et de rubidium [1].

» Je rappellerai que j'ai donné, pour la dose toxique minimum des chlorures, les chiffres suivants :

Chlorures.

	Li.	K.	Rb.
Poissons...........	0,090	0,450	0,720
Pigeons............	0,084	0,520	1,100
Cobayes............	0,100	0,550	1,050
Moyenne.....	0,091	0,507	0,950

» Voici maintenant les nouveaux chiffres que m'ont donnés, pour la dose toxique minimum, les bromures et les iodures.

Bromures.

Nombre d'expériences.		Li.	K.	Rb.
XXV.	Poissons............	0,120	0,590	0,930
XVIII.	Pigeons.............	0,062	0,410	0,590
XII.	Cobayes.............	0,112	0,400	0,620
	Moyenne.....	0,097	0,466	0,713

Iodures.

Nombre d'expériences.		Li.	K.	Rb.
XX.	Poissons............	0,105	0,500	0,840
XXI.	Pigeons.............	0,048	0,230	0,500
VII.	Cobayes.............	0,100	0,380	0,690
	Moyenne.....	0,084	0,370	0,677

(1) L'injection a été sous-cutanée. Les chiffres sont rapportés toujours à 1^{kg} d'animal vivant, et représentent la quantité non de sel, mais de métal combiné. *Voir* mes Notes précédentes (*Comptes rendus*, 5 et 21 octobre 1885).

» Avant de comparer ces expériences aux premières, une remarque essentielle est nécessaire : c'est que les expériences avec les chlorures étaient faites à la fin de l'été, par des températures extérieures de 15° à 24° environ, tandis que les expériences avec les iodures et les bromures ont été faites en hiver, par des températures basses, de — 1° à + 6° environ.

» Or, chez les pigeons, cet abaissement de la température extérieure tend à rendre bien plus toxiques les sels alcalins. Ces substances, poisons du système nerveux, affaiblissent la résistance de l'animal au froid. Le chlorure de lithium, par exemple, toxique en été à la dose de 0,084, devient, en hiver, toxique à la dose de 0,043 (résultat de quinze expériences). Les pigeons qui ont reçu plus de 0,043 de lithium en injection sous-cutanée meurent en trois ou quatre jours, quand il fait froid, tandis que, si on les place dans une étuve chauffée à 20° ou, mieux encore, si l'expérience a été faite en été, ils survivent ([1]).

» Inversement, les animaux à sang froid, dont la température propre suit les variations du milieu extérieur, résistent d'autant plus longtemps au poison que la température extérieure est plus basse. S'il est vrai que les actions toxiques sont des actions chimiques, l'intensité de l'action chimique, et par conséquent de l'action toxique, doit aller en croissant avec la température. Quoique finalement la dose toxique minimum pour les poissons ne varie guère avec la température, cependant, quand l'eau est à 5°, au lieu de 15°, la durée de l'intoxication est plus prolongée. Ils mettent huit jours à mourir, alors qu'en été, pour les mêmes doses, ils meurent en une demi-journée.

» Quoi qu'il en soit de cette cause d'erreur qui empêche de faire une comparaison rigoureuse, nous trouvons pour les doses moléculaires, obtenues en divisant les chiffres précédents par les poids atomiques respectifs des métaux susdits, les chiffres suivants :

	Li.	K.	Rb.	Moyenne.
		Chlorures.		
Poissons..........	0,0126	0,0115	0,0085	0,0109
Pigeons...........	0,0120	0,0133	0,0129	0,0127
Cobayes...........	0,0147	0,0141	0,0123	0,0137
Moyenne......	0,0131	0,0129	0,0116	0,0125

([1]) Je noterai que mes pigeons, en été, pesaient en moyenne 360gr, tandis que mes pigeons d'hiver pesaient seulement 300gr en moyenne; mais les chiffres se rapportent toujours à 1kg.

	Li.	K.	Rb.	Moyenne.
		Bromures.		
Poissons..........	0,0171	0,0151	0,0109	0,0144
Pigeons...........	0,0086	0,0104	0,0070	0,0087
Cobayes...........	0,0160	0,0103	0,0073	0,0112
Moyenne......	0,0139	0,0119	0,0084	0,0114
		Iodures.		
Poissons..........	0,0150	0,0128	0,0098	0,0125
Pigeons...........	0,0069	0,0059	0,0059	0,0062
Cobayes...........	0,0143	0,0100	0,0081	0,0104
Moyenne......	0,0121	0,0095	0,0079	0,0097
Moyenne générale..	0,0131	0,0111	0,0093	0,0112

» En ne prenant que les moyennes, nous avons le Tableau suivant, qu'on peut écrire sans les décimales, puisqu'il ne s'agit que d'un rapport :

Doses toxiques moléculaires.

	Li.	K.	Rb.	Moy.
Chlorures...............	131	129	116	125
Bromures...............	139	119	84	114
Iodures................	121	95	79	97
Moyenne............	121	114	93	112

» De ces chiffres résultent les propositions suivantes, qu'il nous suffira de formuler, car leur justification est évidente :

» 1° Pour des substances chimiquement analogues, comme les sels alcalins, la dose mortelle minimum est sensiblement égale, si l'on considère non le poids absolu, mais le poids moléculaire de ces substances ;

» 2° En poids absolu, les métaux sont donc d'autant moins toxiques que leur poids atomique est plus élevé, ce qui est précisément l'inverse de la loi formulée par Rabuteau ;

» 3° A molécule égale, les métaux dont le poids atomique est le plus élevé sont aussi un peu plus toxiques ;

» 4° Les chlorures sont, en poids absolu, plus toxiques que les bromures, et les bromures plus toxiques que les iodures. Mais, à poids moléculaire égal, c'est précisément l'inverse qu'on observe : les chlorures étant un peu moins toxiques que les bromures, et les bromures un peu moins toxiques que les iodures ;

» 5° En résumé, les sels alcalins sont toxiques par leur molécule chimique ;

et plus le poids de cette molécule est élevé, plus elle est toxique, quoique la différence soit peu sensible et que la molécule soit toujours à peu près également toxique ([1]). »

ANATOMIE ANIMALE. — *La circulation dans les cellules ganglionnaires.* Note de M. **Alb. Adamkiewicz**, présentée par M. P. Bert. (Extrait.)

« Sous ce titre, j'ai eu l'honneur d'adresser à l'Académie, le 26 octobre 1885, une Note résumant des recherches poursuivies depuis 1882 et consistant en plus de cinq cents injections des vaisseaux sanguins des ganglions intervertébraux, sur des cadavres humains.

» Des recherches aussi longues étaient indispensables, parce que l'injection des ganglions est une des plus grandes difficultés que présente la technique des injections fines; parce que la connaissance exacte de la circulation intra-ganglionnaire, en raison de sa haute importance, méritait une étude prolongée; enfin, parce que les résultats d'une injection n'ont de valeur qu'autant qu'ils ont été obtenus bien des fois et par des méthodes variées, en sorte qu'il ne soit plus possible de douter de leur réalité.

» Dès le 23 novembre suivant, M. W. Vignal a présenté à l'Académie une Note dans laquelle il se refuse à admettre mes résultats; il s'appuie sur ceux qu'il a obtenus lui-même, simplement par l'injection de deux lapins, et s'exprime comme il suit :

» Entre les cellules (ganglionnaires) et logé dans le tissu conjonctif, on aperçoit un assez riche réseau capillaire, dont les mailles enveloppent les globules ganglionnaires. L'examen des coupes des ganglions intervertébraux... montre que le carmin s'est diffusé à travers la paroi des vaisseaux, s'est répandu dans le tissu conjonctif intercellulaire, l'a coloré et finalement est venu colorer le protoplasma et plus fortement le noyau des cellules ganglionnaires, donnant à ces cellules l'aspect de fruits....

» Ces deux expériences montrent qu'il faut rejeter, d'une manière absolue, le sinus artériel péricellulaire et le sinus veineux intra-cellulaire décrits par M. Adamkiewicz, dans les cellules ganglionnaires. Du reste..., il suffit de dissocier un peu brusquement, dans n'importe quel liquide, des cellules nerveuses, pour obtenir des noyaux libres, ce qui montre que le noyau est un corps plein et non une sphère creuse. »

» Il ressort de cette description que la masse au carmin dont M. Vignal a fait usage n'est point restée dans les vaisseaux, comme on devrait l'at-

---

([1]) Travail du laboratoire de Physiologie de la Faculté de Médecine de Paris.

tendre d'une bonne masse d'injection, mais s'est diffusée à travers la paroi de ces derniers et est venue teindre, ou plutôt salir le tissu ambiant.

» On sait que de semblables résultats constituent un de ces hasards malheureux, qui tiennent, soit à une préparation défectueuse de la masse d'injection, soit à une technique insuffisante dans la manipulation des préparations. M. Vignal me critique sans connaître rien de ma méthode d'injection, qui n'a pas encore été publiée, et que je publierai prochainement [1]. Il pourra alors reconnaître son erreur.

» Je déclare maintenir, en tous points, les résultats consignés dans ma première Note. Quant à l'opinion que le « noyau » de la cellule ganglionnaire est une cavité, j'ai, pour l'appuyer, des preuves indiscutables. Je ne puis accepter cet ingénieux aperçu de M. Vignal, que le noyau de la cellule ganglionnaire est un corps « isolable ». Car, autant que je puis croire, la propriété d'être isolable n'appartient point exclusivement aux corps solides et je pense que les vésicules elles-mêmes, qu'elles soient pleines ou qu'elles soient vides, peuvent être également isolées, pourvu qu'elles aient une paroi résistante.

» Une discussion plus longue serait oiseuse. Je suis tout prêt à mettre sous les yeux de ceux que la question intéresse réellement, et qui n'auraient point l'occasion de suivre la méthode rigoureuse et pénible à laquelle j'ai eu recours, des préparations qui mettent hors de doute la réalité des faits que j'ai annoncés, et qui démontrent la circulation à l'intérieur de la cellule ganglionnaire. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur la morphologie de l'ovaire chez les Insectes.* Note de M. **Armand Sabatier**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« L'ovaire des Insectes présente généralement cette particularité, qu'il renferme, à côté des œufs, des cellules folliculaires et des cellules dites nutritives ou vitellogènes. J'ai recherché quelles étaient l'origine et la signification de ces éléments. Dans un Mémoire sur les globules polaires (*Revue des Sciences naturelles*, mars 1884), j'avais écrit la phrase suivante : « J'ajoute que quelques observations déjà faites, mais encore trop peu nombreuses pour me permettre d'être catégoriquement affirmatif, me por-

---

(1) Alb. Adamkiewicz, *Der Blutkreisbauf der Ganglienzelle*; Berlin, Hirschwald, 1886.

tent fortement à avancer que les cellules nutritives de la chambre vitelline des Insectes ne sont autre chose que des éléments éliminés de très bonne heure et représentant de vraies cellules folliculaires de l'œuf. » Cette assertion, pour laquelle je réclame la priorité, a été également émise quelques mois après par le Dr Ludwig Will (*Zool. Anz.*, 18 et 26 mai 1884), mais avec des différences très importantes dans l'appréciation du processus et dans la signification attribuée aux éléments. Je discuterai ces points dans un Mémoire étendu; aujourd'hui, j'expose seulement les résultats des recherches que j'ai poursuivies sur ce sujet.

» L'ovaire des Insectes peut présenter trois formes : 1° chaque œuf est accompagné d'un groupe de cellules nutritives; 2° les cellules nutritives sont séparées et éloignées des œufs, et restent dans le cul-de-sac du tube ovigère; 3° les cellules nutritives semblent faire défaut. J'ai étudié chacun de ces groupes, mais cette Note est consacrée au premier. Ce premier groupe comprend les Lépidoptères, les Diptères, les Hyménoptères, quelques Coléoptères, quelques Orthoptères et Névroptères. Les tubes ovariens se terminent par une membrane anhiste à noyaux rares, limitant une cavité tubulaire remplie par une masse homogène de protoplasme à noyaux disséminés. Le protoplasme et les noyaux se colorent faiblement par les colorants nucléaires. A l'extrémité du cul-de-sac ovarien, ces noyaux se multiplient par division et constituent ainsi des groupes de cellules. On a cru à tort jusqu'à présent que, dans chacun de ces groupes, une des cellules devenait l'œuf, tandis que les autres formaient les cellules nutritives. Voici, au contraire, ce que j'ai observé sur *Dytiscus, Carabus,* plusieurs Lépidoptères, *Musca, Chironomus* et *Forficula*.

» Chez *Forficula,* chaque œuf n'étant accompagné que d'une cellule nutritive, l'observation est plus facile. A une faible distance de l'extrémité du cul-de-sac ovarien le protoplasme se clive autour de chaque noyau. Les cellules ovulaires sont ainsi constituées par un noyau et un vitellus qui se colorent d'une teinte à peu près égale par les colorants nucléaires. Bientôt apparaissent dans le protoplasme quelques grains réfringents, chromatiques, qui se portent vers la surface de l'ovule. Il y en a trois, quatre ou cinq pour chaque ovule. Ces grains qui grossissent dans leur court trajet deviennent vésiculeux, moins réfringents, granuleux et forment à la surface de l'ovule les premières cellules folliculaires qui se multiplient ensuite par division. Aussitôt après, on voit dans ces ovules encore très petits (de $0^{mm},006$ à $0^{mm},008$) apparaître au voisinage de la vésicule germinative une tache dessinée par des grains chromatinés très fins qui, d'abord confuse, se

présente bientôt sous la forme d'une vésicule claire à grains fins et serrés. La vésicule germinative très pauvre en grains de chromatine renferme seulement un ou plusieurs nucléoles. Elle reste petite et claire, tandis que sa voisine granuleuse grossit rapidement et la refoule en l'aplatissant vers l'extrémité pointue de l'œuf qui a pris une forme ovalaire. Un plan de séparation se dessine alors dans le protoplasme commun et l'ovule primitif se trouve divisé en deux cellules accolées, mais très inégales de volume et d'aspect. Tout autout de ce groupe de deux cellules se multiplient les cellules folliculaires, mais surtout du côté de l'œuf.

» Chez les Insectes à cellules nutritives multiples, le processus est au fond identique. Les cellules folliculaires formées les premières s'accumulent sur un des pôles de l'ovule; sur l'autre pôle se forment les cellules nutritives, sous forme de vésicules claires à grains fins, naissant près de la vésicule germinative et se colorant en bleu par l'hématoxyline. Ces vésicules séjournent quelque temps dans le protoplasme, où l'on en rencontre quelquefois plusieurs à la fois. Elles peuvent s'y multiplier par division. Enfin elles deviennent indépendantes en opérant leur sortie de l'œuf, entourées d'une zone de protoplasme qu'elles empruntent à celui de l'œuf. Leur nombre, d'abord peu considérable, s'accroît sur les œufs plus avancés jusqu'à ce que leur nombre normal ait été atteint.

» Il me paraît établi par ces observations que, chez les Insectes pourvus de grosses cellules nutritives accompagnant les œufs, l'ovule primitif donne naissance par voie endogène dans le protoplasme, et sans qu'il soit porté atteinte à l'autonomie de la vésicule germinative, aux noyaux des cellules folliculaires et plus tard aux gros noyaux des cellules nutritives. Ces dernières sont donc comme les premières, et au même titre, des éléments éliminés de l'œuf.

» Ces faits déjà aperçus par moi dès le printemps de 1883 et signalés en mars 1884, je les ai confirmés par de nouvelles recherches pendant les années 1884 et 1885, et je dois remercier mon excellent collègue, le Professeur Renaut, de Lyon, de m'avoir aidé à les mettre encore mieux en évidence par l'emploi si remarquablement démonstratif de ses belles colorations doubles à l'éosine hématoxylique. »

BOTANIQUE FOSSILE. — *Sur les troncs de Fougères du terrain houiller supérieur.* Note de MM. **B. Renault** et **R. Zeiller**, présentée par M. Daubrée.

« Les troncs de Fougères sont, comme on sait, assez abondants dans le terrain houiller supérieur, soit en empreintes, soit à l'état silicifié. Classés d'abord par Lindley et Hutton et par Brongniart dans un genre unique, si nous laissons de côté le genre *Megaphyton,* ils ont été subdivisés plus tard par Corda en trois genres principaux : *Caulopteris*, *Stemmatopteris* et *Ptychopteris.* On s'accorde généralement aujourd'hui à réunir les deux premiers de ces genres en un seul, mais le troisième est encore considéré comme distinct, bien que quelques auteurs aient émis l'idée que les *Ptychopteris* ne représentaient que des portions plus âgées des troncs de *Caulopteris,* à surface sillonnée par les racines adventives.

» Un échantillon remarquablement conservé, recueilli à Commentry par les soins de M. Fayol, nous permet de préciser les rapports de ces genres, en établissant que les *Ptychopteris* et les *Caulopteris* ne sont que des parties différentes des mêmes troncs, mais placées concentriquement l'une par rapport à l'autre, et non pas à des hauteurs différentes, les *Ptychopteris* représentant le cylindre ligneux central, et les *Caulopteris* l'écorce externe du tronc. Cet échantillon offre l'empreinte de la surface externe de l'écorce avec les cicatrices pétiolaires, et, à l'intérieur de cette empreinte, le cylindre ligneux central, séparé d'elle par une faible épaisseur de roche qui correspond à l'espace annulaire occupé *sous l'écorce* par les racines adventives. Ce cylindre ligneux, légèrement aplati, appartient par ses caractères extérieurs au genre *Ptychopteris,* tandis que l'empreinte de l'écorce est un *Caulopteris* véritable (*C. endorhiza* Gr. Eury). Sur la tranche du cylindre central on aperçoit la section des nombreuses bandes, les unes vasculaires, les autres sclérenchymateuses, dont on constate l'existence chez les *Psaronius;* sur la surface on remarque les cicatrices caractéristiques des *Ptychopteris,* l'anneau elliptique fermé correspondant au faisceau foliaire, et l'ellipse plus allongée, mais tronquée par le bas, qui l'entoure et le touche presque vers le haut, correspondant à la gaine de sclérenchyme qui enveloppait ce faisceau. Ces gaines étant conservées sous la forme de lames charbonneuses très minces déterminant des surfaces de moindre adhérence, il a été possible d'isoler complètement quelques-unes des cicatrices avec le système interne qui leur

correspond. Nous avons pu reconnaître ainsi que la gaine de sclérenchyme présente la forme d'une chape, fermée sur le dos, ouverte en avant, qui recouvre le faisceau vasculaire; nous avons ensuite isolé ce faisceau lui-même en sacrifiant sa gaine, et nous avons pu le suivre depuis son origine jusqu'à la cicatrice à laquelle il aboutit. Il prend naissance par l'anastomose des bords de deux bandes vasculaires voisines et affecte d'abord, en section transversale, la forme d'un V largement ouvert vers l'axe du tronc; puis les branches de ce V se rapprochent graduellement et replient leurs bords en dedans en forme de crochets; enfin elles finissent par se souder et par constituer ainsi un faisceau annulaire fermé, tandis que leurs bords respectifs, se soudant également entre eux, se détachent vers l'intérieur et constituent le faisceau interne en V renversé qu'on remarque vers le haut de la plupart des cicatrices de *Caulopteris* comme de *Ptychopteris;* ainsi ce faisceau interne a la même origine que le faisceau annulaire, dont il n'est qu'une ramification. Si l'on faisait des sections verticales de plus en plus éloignées de la surface externe du cylindre, on verrait la cicatrice intérieure se rapprocher de plus en plus du sommet de la cicatrice annulaire, puis se diviser en deux en se réunissant à celle-ci, qui, s'ouvrant en même temps par le haut, prendrait la forme de fer à cheval qu'on a constatée chez certains *Caulopteris;* ceux-ci ne diffèrent donc de la forme normale à cicatrice annulaire (*Stemmatopteris*) que par l'absence de soudure des deux bords du faisceau foliaire.

» Les racines adventives venant à se développer et à descendre dans le tissu parenchymateux qui entourait le cylindre central, la portion des faisceaux foliaires et de leurs gaines comprise entre ce cylindre et la couche corticale externe finissait par se détruire et par disparaître; il n'en subsistait que la base, qui, formant gouttière et dirigeant le cours des racines qui venaient buter contre elle, les ramenait parfois jusque dans l'intérieur du cylindre central, ainsi qu'on le constate assez souvent sur les sections transversales de *Psaronius* [1]. D'autres fois, les racines venaient seulement se presser et s'empiler dans ces gouttières en se repliant sur elles-mêmes, comme on le voit sur plusieurs *Ptychopteris*. En tout cas, lorsque le cylindre central était limité à l'extérieur par une gaine continue de sclérenchyme (*Psaronii vaginati*), elles s'imprimaient beaucoup moins nettement sur la

---

(1) *Voir* notamment, parmi les échantillons figurés, les *Ps. musæformis* et *Ps. Putoni,* in Gœppert, *Foss. Fl. der perm. Form.* (*Palæontographica,* t. XII), pl. V, *fig.* 4 et 7.

surface de cette gaine que sur le tissu parenchymateux plus tendre qui remplissait la gaine de chaque faisceau foliaire, ce qui explique comment, chez beaucoup de *Ptychopteris* (*Pt. macrodiscus* Brongt., par exemple), les cicatrices foliaires sont seules marquées de sillons longitudinaux; en revanche, on voit souvent, sur la surface comprise entre ces cicatrices, de petites cicatrices ponctiformes ou allongées, qui correspondent à la naissance des racines adventives, ou, plus exactement, à leur sortie du cylindre central.

» Nous avons pu, sur d'autres troncs, reconnaître la nature des fossettes qui ont été souvent observées sur l'écorce des *Caulopteris*, entre les cicatrices foliaires, tantôt dispersées irrégulièrement, tantôt alignées en files verticales plus ou moins sinueuses, et qu'on a quelquefois regardées comme des cicatrices de racines adventives. Nous avons constaté, en effet, sur une empreinte de *Megaphyton M' Layi* de Commentry, que ces fossettes se présentaient comme de petites lentilles à peine adhérentes à la roche, qui ne pouvaient être regardées que comme le moulage de petites chambres creusées dans l'écorce sous l'épiderme et ne communiquant avec l'extérieur que par la déchirure ou la résorption de cet épiderme. Sur les tiges plus âgées, il n'en est plus de même, et elles sont alors beaucoup plus largement ouvertes. Il y a donc identité entre elles et les fossettes aérifères dont on a constaté l'existence sur les troncs des Fougères arborescentes actuelles, fossettes qui, dans les parties jeunes des tiges, sont recouvertes par une mince membrane épidermique, s'ouvrent plus tard par la rupture de celle-ci (¹), puis s'agrandissent et finissent souvent par acquérir des dimensions très notables.

» Par ce détail de leur constitution, comme par le mode de découpure des frondes qu'ils ont portées, les troncs de Fougères du terrain houiller rappellent beaucoup les Cyathéacées arborescentes du monde vivant. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la valeur actuelle des éléments magnétiques à l'observatoire du parc Saint-Maur.* Note de M. **Th. Moureaux**, présentée par M. Mascart.

« Les observations magnétiques ont été poursuivies en 1885 à l'observatoire du parc Saint-Maur, avec les mêmes appareils et d'après les mêmes méthodes que les années précédentes (²).

(¹) Mohl, *in* Martius, *Icones plant. crypt.*, p. 43, 45.
(²) *Comptes rendus*, t. C, p. 134; 1885.

» Le magnétographe de M. Mascart, qui enregistre les variations de la déclinaison et des deux composantes de la force terrestre, a continué de fonctionner très régulièrement. Les valeurs du millimètre sur l'ordonnée de chaque courbe sont vérifiées deux fois par mois; ces valeurs, sensiblement constantes dans le cours de l'année, sont actuellement 1',39 pour le déclinomètre, 0,00046H pour le bifilaire, et 0,00019Z pour la balance magnétique.

» Les indications fournies par les appareils de variations sont rapportées à des mesures absolues de la déclinaison, de l'inclinaison et de la composante horizontale, qui sont effectuées une fois par semaine au moins, sur le pilier du jardin.

» Le paratonnerre de la mairie de Nogent-sur-Marne, qui jusqu'à la fin de 1884 avait servi de repère pour la détermination du méridien géographique, s'est trouvé peu à peu masqué par des arbres plantés sur le bord de la Marne. On a adopté en 1885 le paratonnerre d'un pavillon bien découvert, situé également à Nogent, à 3700^{m} au nord-nord-ouest, sensiblement dans la direction du méridien magnétique actuel de l'observatoire. L'azimut de ce nouveau repère a été déduit d'un grand nombre d'observations faites à différentes époques.

» Les valeurs des éléments magnétiques au 1er janvier 1886, déduites de la moyenne des observations horaires relevées au magnétographe du 31 décembre 1885 à 1^{h} du matin au 1er janvier 1886 à 11^{h} du soir, et rapportées aux mesures absolues faites le 29 et le 31 décembre 1885, sont les suivantes :

Déclinaison	16° 3',5
Inclinaison	65° 15',7
Composante horizontale	0,19433
Composante verticale	0,42175
Force totale	0,46437

M. C. Decharme signale l'apparition de lueurs crépusculaires, observées à Amiens le 16 décembre dernier, pendant vingt-cinq minutes environ, à partir du coucher du soleil.

M. Édouard Robin a adressé, de la Grande-Bellaillerie, près de Saint-Calais (Sarthe), le 10 décembre 1885, la Lettre suivante :

« Le 19 mai 1851, dans le but de prendre date *publiquement*, j'adressai à l'Académie le résumé de ceux de mes travaux, concernant les applications du pouvoir an-

tiputride aux sciences médicales et naturelles, qui n'avaient pas encore été publiés. Ce résumé où, parmi plusieurs théories nouvelles, se trouvent les fondements de mon art de paralyser dans l'économie le pouvoir des miasmes, des virus et en général des matières organisées en voie d'altération, fut, m'a-t-on dit, confié à Duméril père, qui, après l'avoir longtemps gardé, est mort sans l'avoir rendu. Afin d'avoir une pièce nouvelle me donnant, au moins pour le fond, la priorité de ces applications et en particulier de l'art indiqué, je viens vous prier, Monsieur le Président, de faire ouvrir ceux de mes paquets cachetés qui ont été adressés à l'Académie pendant l'année 1850 et dans la partie de 1851 qui a précédé le mois de mai. »

MM. Bertrand et Berthelot, chargés par l'Académie de procéder à l'ouverture des plis qui ont été déposés par l'auteur pendant l'intervalle de temps indiqué par cette lettre, ont reconnu qu'ils étaient au nombre de six, savoir :

Le 1[er] *avril* 1850, une Note de trois pages (n° 981), relative à l'emploi des carbures d'hydrogènes volatils, et de quelques autres composés de carbone non hydrogénés, comme agents de conservation des matières animales.

Le 29 *avril* 1850, une Note de 4 pages (n° 994), proposant de rechercher des succédanés du quinquina, pour le traitement des fièvres intermittentes, dans les cinq classes de composés suivants : les sels métalliques, les tannants, les aromatiques, les composés agissant par l'acide cyanhydrique, la solution aqueuse d'opium.

Le 26 *août* 1850, une Note de quatre pages (n° 1027), indiquant les résultats d'expériences sur la conservation des matières animales, au moyen de quelques-unes des substances mentionnées dans la première Note, et particulièrement de l'huile de houille.

Le 25 *novembre* 1850, une Note de deux pages (n° 1051), relative aux « propriétés antiputrides des alcalis végétaux, et particulièrement de ceux qui sont liquides ».

Le 9 *décembre* 1850, une Note de sept pages (n° 1056), dans laquelle l'auteur se propose de généraliser les indications données par sa Note du 29 avril, pour le traitement des fièvres intermittentes marécageuses. Il considère toutes les maladies dues à l'influence de miasmes, de virus, de venins et, en un mot, de matières organisées en voie d'altération; il appelle l'attention sur l'action particulière que peuvent exercer, dans ces maladies, tous les agents qui peuvent entraver la combustion lente, et particulièrement ceux qui interviennent par leur combinaison avec les matières organisées. Il montre que la pratique a conduit à mettre presque exclusivement

en usage cette classe de médicaments, et conclut qu'il serait rationnel de faire concourir au traitement ceux des antiputrides qui, à la propriété de présenter les moindres inconvénients dans l'économie animale, joignent la propriété d'exercer, en présence de l'oxygène humide, le plus grand pouvoir antifermentescible.

Le 6 *janvier* 1851, une Note de trois pages (n° 1066), ajoutant quelques composés nouveaux à ceux qui ont été déjà signalés comme antiputrides et antifermentescibles; en particulier, l'éther chlorhydrique chloré, et un certain nombre d'autres composés, que leur volatilité permet d'employer comme anesthésiques par aspiration. Les anesthésiques locaux peuvent être modifiés pour ainsi dire à l'infini par voie de dissolutions.

L'auteur a expérimenté, pour la conservation des matières animales, sur l'acide picrique en dissolution, sur les sels solubles de strychnine, sur les sels solubles de baryte. Le bromure de potassium agit, comme antiputride et antifermentescible, plus énergiquement que l'iodure correspondant.

Les Notes contenues dans ces divers plis seront conservées au Secrétariat, où l'auteur pourra, s'il le juge convenable, en faire prendre copie, pour établir ses droits de priorité.

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 4 janvier 1886.

La Photographie. Traité théorique et pratique; par A. Davanne; t. I. Paris, Gauthier-Villars, 1886; in-8°.

H. de Parville. *Causeries scientifiques,* 1883-1884. Paris, J. Rothschild, 1886; 2 vol. in-12.

Mémoires de la Société géologique de France; 3e série, t. IV. I. *Les Entomostracés ostracodes du système oolithique de la zone à* Ammonites Parkin-

soni *de Fontoy* (*Moselle*); *par* M. Terquem. Paris, au local de la Société, 1885; in-4°.

Flore de la Haute-Marne; par MM. L. Aubriot et A. Daguin. Saint-Dizier, typogr. Henriot et Godard, 1885; in-8°. (Adressé par les auteurs au concours Thore de l'année 1886.)

Avant-projet d'un chemin de fer aérien à voies superposées, à établir sur les grandes voies de Paris; par J. Garnier. Paris, J. Baudry, 1884; in-4°.

Projet comparé d'un chemin de fer aérien à établir dans les grandes voies de Paris; par M. J. Garnier. Paris, J. Baudry, 1885; in-8°.

Premiers éléments de physiologie mathématique; par G. Perry. Paris, impr. Gauthier-Villars, 1885; br. in-8°.

La chirurgie actuelle; par M. le prof. U. Trélat. Paris, Bureau des *Deux Revues*, 1885; br. in-8°. (Extrait de la *Revue scientifique*.)

A. Vézian. *Les deux théories orogéniques*. Paris, typogr. G. Chamerot, 1885; br. in-8°. (Extrait de l'*Annuaire du Club alpin français*.)

La photocopie ou procédés de reproductions industrielles par la lumière; par A. Fisch. Paris, Michelet, 1886; in-12.

Un trou à la terre. Puits d'observation. Deuxième appel; par J.-J. Martinez. San Francisco, L. Grégoire, 1886; br. in-8°.

Des mouvements périodiques du sol accusés par des niveaux à bulle d'air (septième année); *par* M. Ph. Plantamour. Genève, 1885; br. in-8°. (Extrait des *Archives des Sciences physiques et naturelles*.)

Le socialisme à notre époque; par D. Goubareff. Beaulieu-sur-Mer, 1886; br. in-18. (Deux exemplaires.)

Proceedings of the royal physical Society. Session 1884-85. Edinburgh, 1885; in-8°.

Memoirs of the Boston Society of Natural History; vol. III, number XI. Boston, 1885; in-4°.

Spectroscopic and photographic observations made at the Royal Observatory Greenwich, 1883. Sans lieu ni date; in-4°.

Publicationen des astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam, herausgegeben vom Director H.-C. Vogel; vierter Band, I Theil. Potsdam, 1885; in-4° cartonné.

Upsala Universitets Arsskrift 1884. Upsala, Lundström, sans date; in-8°.

Atti e Memorie della R. Accademia virgiliana di Mantova; biennio 1884-85. Mantova, tip. Mondovi, 1885; in-8°.

ERRATA.

(Séance du 7 décembre 1885.)

Page 1126, ligne 16, après le mot facilité *ajoutez* de pointé.

Même page, ligne 25, *au lieu de* la différence d'azimut est, *lisez* le supplément de la différence d'azimut est.

Même page, ligne 26, après le mot boule *ajoutez* et D la distance horizontale du miroir.

Même page, ligne 27, dans la formule, *remplacez,* au dénominateur, sin 1″ *par* D sin 1″.

(Séance du 28 décembre 1885.)

Page 1439, ligne 22, *au lieu de* juillet 1851, *lisez* juillet 1841.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 JANVIER 1886.

PRÉSIDENCE DE M. JURIEN DE LA GRAVIÈRE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie la mort de M. *de Saint-Venant*, Membre de la Section de Mécanique, décédé à Vendôme le 6 janvier. Après avoir rappelé l'ardeur scientifique de M. de Saint-Venant qui, courbé sur sa table de travail dès le point du jour, oubliait, par un froid intense, de faire allumer son feu et couvait ainsi la maladie qui l'a enlevé, le Président ajoute :

« La vieillesse de notre éminent Confrère a été une vieillesse bénie. Il est mort plein de jours, sans infirmités, occupé jusqu'à sa dernière heure des problèmes qui lui étaient chers, appuyé pour le grand passage sur les espérances qui avaient soutenu Pascal et Newton. »

Le 12 décembre, dans une lettre privée dont le Président donne lecture, M. de Saint-Venant adressait, lui aussi, un sympathique adieu à l'éminent Confrère que l'Académie venait de perdre : « M. Bouley, disait-il, » était un de ces hommes qu'on peut espérer revoir ailleurs que dans » cette triste vie. »

Un mois ne s'était pas écoulé que la mort réunissait ces deux âmes d'élite. L'Académie les rassemble aujourd'hui dans un commun regret.

ASTRONOMIE. — *Nouvelle méthode pour la détermination des éléments de la réfraction;* par M. **Lœwy**.

« On connaît le rôle important que joue la réfraction dans toutes les observations astronomiques et géodésiques. Quand le rayon lumineux traverse obliquement l'atmosphère terrestre, il se trouve dévié de sa direction primitive et, en général, l'astronome aperçoit les astres dans une direction toute différente de celle qu'ils occupent sur la voûte céleste. La loi suivant laquelle a lieu cette déviation des rayons lumineux ne peut être établie qu'en partant de certaines hypothèses. On suppose la Terre entourée d'une série de couches concentriques très minces ayant chacune, dans toute son étendue, la même densité, et l'on admet en outre que la température aussi bien que la densité décroissent suivant certaines lois dépendant de la distance de ces couches au centre du globe. On arrive ainsi à déduire une formule très simple permettant de calculer la réfraction pour une hauteur quelconque de l'astre; mais, la base sur laquelle repose la théorie de la réfraction étant en partie arbitraire, les conséquences qui en découlent ne sont vraies qu'entre certaines limites, et pour les régions basses de l'horizon il devient dès lors impossible d'établir *a priori* des hypothèses permettant de représenter théoriquement, en fonction de la hauteur, la variation de la réfraction.

» Les lois suivant lesquelles agit la réfraction ont une importance fondamentale pour l'Astronomie. Pour connaître la véritable situation des astres dans l'espace, ainsi que leur position relative, il faut d'abord affranchir chaque observation des erreurs de réfraction.

» L'étude de l'effet produit par la réfrangibilité des rayons lumineux dans l'atmosphère a toujours été, depuis des siècles, l'objet de recherches multiples; mais, dans la pratique, la détermination des éléments de la réfraction offre les difficultés les plus considérables; la méthode la plus précise, utilisée jusqu'à présent par les astronomes, consiste à observer, au moyen des instruments méridiens, des couples d'étoiles lors de leur passage au méridien, quand les deux étoiles passent près du zénith et douze heures plus tard, au moment de leur culmination inférieure. Près du zénith, la réfraction est très faible; au passage inférieur, près de l'ho-

rizon, elle est au contraire très notable. La comparaison de ces quatre observations fait connaître des variations de la réfraction pour des hauteurs différentes; on en déduit ensuite les éléments de la réfraction, et principalement ce qu'on appelle la *constante de la réfraction*, c'est-à-dire l'effet de la réfraction sur un astre lorsqu'il se trouve à une hauteur de 45° au-dessus de l'horizon. Pour parvenir, par cette méthode, à la connaissance de cet élément fondamental de réduction, il faut, en employant le procédé ordinaire, déterminer simultanément la déclinaison absolue des étoiles utilisées, ainsi que la latitude absolue.

» On reconnaît immédiatement la difficulté inextricable de cette méthode, car on se trouve en présence de déterminations absolues, d'une recherche où toutes les erreurs possibles, qui peuvent affecter une observation, sont à redouter. Il faut, dans ce cas, évaluer la flexion, les erreurs de division, les tours de vis, la variation de toutes les erreurs instrumentales dans l'intervalle de douze heures, etc.; d'un autre côté, au point de vue pratique, les étoiles observables deux fois dans la même journée, à un intervalle de douze heures, sont très rares. La faiblesse de leur éclat empêche de les voir au moment de leur passage de jour au méridien. Pour vaincre toutes ces difficultés, on accumule, en employant ce procédé pendant une dizaine d'années, les observations faites au passage inférieur et supérieur, et, de leur ensemble, on déduit à la fois toutes les inconnues qui interviennent, c'est-à-dire les déclinaisons, la latitude, la réfraction, etc. La discussion d'un résultat aussi complexe ne permet pas d'arriver à des conclusions sûres et laisse planer de l'incertitude sur tout l'ensemble des éléments ainsi conclus; chaque observateur, pour mieux faire concorder ses observations, trouve une correction un peu différente pour la constante de la réfraction. Il devient en outre impossible, en employant cet ancien procédé, de se livrer aux recherches complémentaires les plus intéressantes et les plus nécessaires pour arriver à connaître la véritable loi de la réfraction. Il faudrait savoir si la constante de la réfraction est vraiment une constante, si la valeur de cet élément est la même dans les diverses saisons de l'année, si cette quantité ne se modifie pas pour les divers points du globe et même pour les diverses régions de l'horizon.

» La méthode nouvelle que j'ai imaginée permet d'éviter toutes les difficultés, tous les inconvénients que j'ai indiqués plus haut, et dans le courant de quelques soirées seulement on pourrait obtenir une précision à laquelle il est impossible d'arriver par la méthode ordinaire, même après plusieurs années d'étude.

» La méthode nouvelle est directe, c'est-à-dire qu'on n'est pas obligé de rechercher simultanément la valeur d'aucune autre quantité; elle est indépendante de toute erreur instrumentale et repose uniquement sur des mesures différentielles, c'est-à-dire sur des opérations qui seules permettent d'atteindre une haute précision. Enfin, dernier avantage, on peut facilement se livrer aux recherches complémentaires indiquées plus haut.

» Voici le principe de la nouvelle méthode. Supposons deux surfaces argentées, placées devant l'objectif d'une lunette quelconque; on pourrait alors observer dans le plan focal les images de deux astres appartenant à deux régions tout à fait différentes du ciel; en plaçant convenablement les deux miroirs, on peut, par exemple, observer simultanément deux étoiles, dont l'une est au zénith et l'autre à l'horizon.

» La distance angulaire sous laquelle paraissent ces deux astres, séparés dans l'espace de 90°, est donc très faible; mais elle est néanmoins affectée de l'effet maximum de la réfraction, puisque nous supposons l'une des deux étoiles à l'horizon même. Admettons ensuite qu'après un intervalle de trois ou quatre heures nous effectuions une nouvelle observation, à l'époque même où les deux astres se trouvent à une égale hauteur audessus de l'horizon, c'est-à-dire au moment où la réfraction n'exerce que l'influence la plus faible sur la distance observée; on obtiendra alors, par la comparaison des deux observations, une variation considérable de réfraction, mesurée uniquement avec le micromètre d'observation, et l'on peut ensuite en déduire les éléments de la réfraction.

» Mais, si l'on fait réfléchir, à l'aide des deux miroirs, l'image des deux astres dans une lunette, dans un équatorial par exemple, il peut arriver, lorsque l'on passera, après trois ou quatre heures, d'une position de l'instrument à l'autre, que la situation des deux miroirs se trouvera modifiée; chacun des deux miroirs peut prendre, en effet, trois mouvements rotatoires différents. La variation de la réfraction se trouverait ainsi affectée d'erreurs notables provenant du déplacement propre des deux miroirs. Il faut donc, pour rendre la recherche rigoureuse, qu'aucun mouvement des miroirs ne puisse affecter les résultats d'une inexactitude sensible.

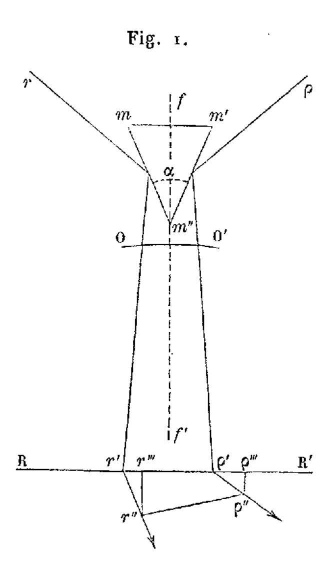
» Pour atteindre ce but, on peut d'abord lier d'une manière invariable les deux miroirs; l'appareil destiné à la mesure des réfractions se composera donc, en réalité, de deux surfaces réfléchissantes appartenant à un même bloc de verre. Grâce à ces dispositions, on évitera déjà le mouvement relatif entre les deux surfaces réfléchissantes; toutefois, si l'on installe d'une manière quelconque ce prisme à deux surfaces réfléchissantes

devant l'objectif d'un équatorial, les mouvements rotatoires des deux miroirs, malgré leur liaison invariable, peuvent encore provoquer certains déplacements entre les deux images.

» Pour rendre la recherche absolument indépendante de tout déplacement possible de l'ensemble de l'appareil, j'ai imaginé un mode d'installation tout particulier; en voici le principe :

» Il faut d'abord placer le double miroir devant l'objectif, de telle manière que les plans réfléchissants des deux astres coïncident; les rayons incidents et les rayons réfléchis des deux étoiles se trouveront ainsi compris dans un même plan. Il est, en outre, très avantageux, bien que cela ne soit pas ab-

Fig. 1.



solument nécessaire, d'établir les deux miroirs symétriquement par rapport à l'axe optique de l'équatorial. Ayant rempli approximativement ces deux conditions faciles à réaliser dans la pratique, on aura atteint le but poursuivi. Je démontrerai, en effet, dans une Communication ultérieure, que, quels que soient les petits déplacements propres du double miroir, la distance dans le champ de la lunette, mesurée dans le plan de réflexion, reste invariable. Si l'on observe les deux étoiles et leurs images à un moment où elles ne se trouvent pas dans le même plan commun de réflexion, c'est alors la projection de la distance mesurée sur la trace produite dans le champ par le plan de réflexion qui est invariable. On se rendra facilement compte par la *fig.* 1 du mode d'installation de l'appareil.

» Le plan du dessin représentera le plan de réflexion commun, mm' et

mm'' les traces des deux miroirs, ff' l'axe optique de l'équatorial, oo' l'objectif, α l'angle du prisme, r, ρ les deux rayons incidents, r' et ρ' les images réfléchies, RR' la trace du plan de réflexion produit dans le champ de la lunette, $r'r''$ et $\rho'\rho''$ la direction des deux mouvements diurnes. Alors, quels que soient les petits mouvements rotatoires de $mm'm''$, la distance $r'\rho'$ reste invariable, les deux images se transportent dans le champ, leur distance absolue augmente ou diminue, mais la projection mesurée dans la direction RR' reste toujours la même.

» Il est nécessaire encore d'examiner si les mouvements diurnes qui ont des directions et des vitesses tout à fait différentes ne peuvent pas introduire une inexactitude sensible dans la recherche. En calant, par exemple, la lunette, on constatera facilement que les deux images se dirigeront avec des vitesses inégales dans des directions différentes. La distance, qui était au début égale à $r'\rho'$, se trouve essentiellement modifiée et deviendra ensuite $r''\rho''$.

» En tenant compte de cet état de choses, il semblerait donc, au premier abord, nécessaire, pour rendre la recherche rigoureuse, de maintenir, au moyen d'un mécanisme d'horlogerie, les deux images dans le plan de réflexion et de n'effectuer la mesure que si cette condition préalable se trouvait rigoureusement remplie; mais, en réalité, cette précaution est absolument superflue; je démontrerai, en effet, que, quelle que soit la variation de la distance elle-même, produite par le mouvement diurne, la projection $r'''\rho'''$ sur la trace du plan de réflexion reste également invariable.

» La seule condition à remplir est donc de déterminer préalablement la direction de la trace et de mesurer la projection de la distance sur le plan de réflexion. Voici maintenant l'exposé de la méthode d'observation :

» On peut, au moyen des deux miroirs mm', $m'm''$, formant, par exemple, un angle α d'environ 45°, observer simultanément deux astres, dont l'un se trouve à l'horizon, et l'autre au zénith.

» Dans ce but, on dirige la lunette vers un point de la sphère céleste, dont les coordonnées sont égales à la moyenne des coordonnées des deux étoiles données. En tournant ensuite le double miroir autour de l'axe optique, on fait coïncider approximativement, mais aussi exactement que possible, le plan de réflexion avec le grand cercle renfermant les deux astres. Les deux étoiles, qui se trouvent sur la sphère céleste distantes de 90°, ne sont vues dans le champ que sous le faible angle $r'\rho' = \beta$ de quelques minutes, dont la projection sur la trace du plan de réflexion est $\beta \cos i$.

» Dans ces conditions, la valeur angulaire de $\beta \cos i$ se trouvera uniquement affectée de la réfraction horizontale ; mais, quelques heures après, les hauteurs des deux étoiles ayant considérablement varié en raison du mouvement diurne, la distance $\beta \cos i$ ne sera plus la même, par suite de l'effet de la réfraction qui aura subi une variation notable. La différence, ainsi constatée entre les deux observations conjuguées, est indépendante de toute cause d'erreurs systématiques : en effet, quels que soient les petits déplacements du prisme $mm'm''$ par rapport à l'axe optique pendant la rotation de l'instrument, l'angle $\beta \cos i$ en est indépendant. Il est également indépendant, comme cela est facile à reconnaître, de toutes les variations provenant des erreurs instrumentales. En effectuant les deux déterminations selon la règle que nous allons faire connaître plus loin, on peut obtenir, dans un court espace de temps, une variation considérable de la réfraction de dix à vingt minutes, et l'on peut déduire de cette variation la constante de la réfraction avec une précision, une facilité que ne comporte aucune méthode connue jusqu'ici.

» La théorie montre qu'on atteint le maximum de précision en choisissant l'angle du prisme égal à 30° et en observant à Paris deux étoiles différant en ascension droite de 74° 5′ et dont les déclinaisons sont respectivement 25°46′ et 60°24′ ; cependant, au point de vue pratique, il vaut mieux, pour deux raisons d'un autre ordre que j'indiquerai dans une nouvelle Communication, adopter 45° pour l'angle du prisme. A la latitude de Paris, on aura alors la plus haute précision, si l'on observe deux étoiles ayant une différence en Æ = 112°2′ et dont l'une a la déclinaison de 18°10′ et l'autre une déclinaison égale à la valeur de la latitude.

» Pour effectuer cette étude, il faut donc connaître la position qu'occupe dans le champ la trace du plan de réflexion ; on peut trouver la direction de cette ligne avec facilité et exactitude ; en effet, en tournant le double miroir $mm'm'''$ autour de l'axe optique de la lunette, l'image de chaque étoile se déplacera perpendiculairement à la trace de son plan de réflexion ; lorsque les deux images décriront des lignes parallèles, les deux plans de réflexion coïncideront alors, et la situation de la trace sera facilement fixée à l'aide des lectures effectuées au moyen de micromètres de position.

» Connaissant ainsi la direction de cette trace dans le champ, on peut réduire i à o, c'est-à-dire, au moyen de petits mouvements rectificatifs du prisme, orienter les deux images de telle sorte que la ligne qui les joint coïncide avec la trace du plan de réflexion. D'ailleurs on choisira toujours

pour cette recherche des couples de belles étoiles, dont les positions sont connues par les Catalogues à quelques secondes près. Je publierai un système de formules permettant de calculer d'avance les deux angles que fait la trace du plan de réflexion avec les deux directions du mouvement diurne. On voit ainsi que l'on peut de plusieurs façons arriver avec toute la précision voulue à connaître la direction de cette ligne, à quelques minutes d'arc près.

» La simplicité de cette méthode et sa facilité pratique permettent de résoudre complètement tous les problèmes qui s'y rattachent. On peut dans chaque saison de l'année obtenir un nombre d'observations suffisant pour en déduire la constante de la réfraction; la comparaison de ces diverses valeurs permettra alors de décider si cet élément est véritablement invariable ou si une inégalité périodique se produit dans les diverses saisons de l'année. On peut encore tirer cette donnée des mesures uniquement effectuées entre le zénith et l'horizon nord ou des observations exéutées entre le zénith et l'horizon sud. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Note sur la constitution des taches solaires et sur la Photographie envisagée comme instrument de découvertes en Astronomie;* par M. **J. Janssen**.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie une image photographique de la grande tache qui était visible sur le Soleil le 22 juin 1885.

» Cette tache, qui mesure près de 2′ pour le noyau principal, est une des plus grandes qui aient été observées; mais, pour nous, le principal intérêt de cette photographie réside dans un fait de structure qu'elle révèle avec une très grande netteté.

» On sait que la région lumineuse qui entoure la pénombre des taches apparaît, dans les lunettes, comme un amas de matière plus brillante. Or la photographie que nous mettons sous les yeux de l'Académie donne une précieuse analyse du phénomène et montre que ces amas n'ont pas une constitution différente de celle de la photosphère en général et qu'ils sont formés, comme celle-ci, par des éléments granulaires dont la sphère paraît être la forme normale. L'augmentation si sensible d'éclat que présentent ces plaques qui entourent les pénombres, la photographie l'explique en montrant que, dans ces régions, les éléments granulaires sont plus serrés, possèdent plus d'éclat et que le fond lui-même est plus lumineux.

» Là ne s'arrêtent pas les indications de notre image photographique. On voit, en effet, que les stries des pénombres sont constituées elles-mêmes par une granulation disposée en chapelets. Mais, tandis que sur les bords de la pénombre la granulation est très brillante et très serrée, dans la pénombre même cette granulation est moins lumineuse, plus rare, laissant des vides obscurs entre les files de grains. On remarque que les grains deviennent moins lumineux et moins gros, en général, vers le noyau où ils paraissent se dissoudre.

» La tache en question présente deux *ponts* très remarquables et un amas isolé et très brillant de matière qui les réunit. Or la photographie nous montre que cet amas et les ponts qui s'y rattachent sont formés d'éléments granulaires semblables à tout le reste.

» Nous possédons déjà plusieurs photographies, dans les dernières obtenues et les plus parfaites, qui révèlent des faits semblables touchant les stries, les pénombres et leurs bords. Il est donc infiniment probable que ces faits ont un grand caractère de généralité. Cependant je ne voudrais rien affirmer à cet égard avant que des observations plus nombreuses soient venues en donner la démonstration.

» Le Soleil a été étudié depuis si longtemps et par des observateurs si habiles qu'on a dû sans doute entrevoir ces faits quand des circonstances atmosphériques très favorables s'y prêtaient, mais la Photographie seule pouvait les révéler avec certitude.

» Il est très important de savoir que la matière lumineuse qui forme la surface solaire a partout la même constitution. Il y aura, relativement à la Mécanique solaire, des conséquences à tirer de ces faits, mais pour le moment je désire seulement attirer l'attention de l'Académie sur le fait photographique, très important à mes yeux, qui nous révèle ces phénomènes.

» Il faut bien remarquer, en effet, que l'image fixée sur la plaque photographique a été formée avec des rayons violets de la région G. Ces rayons impressionnent faiblement la rétine. Dans les lunettes astronomiques qui sont achromatisées pour des rayons beaucoup moins réfrangibles, l'image des rayons violets est non seulement très peu visible, mais encore elle n'aurait aucune netteté. On voit donc que l'image photographique des phénomènes dont nous venons de parler serait d'une vision à peu près impossible dans les lunettes, et, quant aux détails délicats de structure qui font tout l'intérêt de ces phénomènes, ils seraient absolument invisibles.

» C'est là un fait de la plus haute importance, puisqu'il montre que des

objets célestes qui, à raison de la nature de leur radiation très réfrangible, échapperaient à notre investigation par les lunettes, peuvent être révélés par la photographie.

» Nos photographies solaires nous offrent des exemples nombreux du fait que j'avance ici, et c'est même par elles que mon attention a été d'abord attirée sur ce point, mais j'ai eu ensuite l'occasion de le vérifier avec les photographies d'étoiles. Ainsi, par exemple, en 1881 et 1882, une photographie de la constellation d'Orion notamment m'a montré que des étoiles, à peine visibles dans mon télescope de $0^{m},50$ d'ouverture, venaient très accusées sur la plaque photographique.

» C'est que le rayonnement de ces étoiles était beaucoup plus riche en rayons photographiques qu'en rayons oculaires.

» Dans une Note présentée à l'Académie le 31 décembre 1877, dans la Notice insérée dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes pour l'année* 1879, et dans le Discours d'ouverture du Congrès de l'Association française pour l'avancement des Sciences tenu à la Rochelle en 1882, je disais que la Photographie n'offrait pas seulement, comme on le croyait généralement, le moyen de fixer les images lumineuses, mais qu'elle constituait une méthode de découvertes dans les Sciences, et spécialement en Astronomie. J'ajoutais que la couche sensible de la plaque photographique, en raison de cette admirable propriété de nous donner la fixation des images, de les former avec un ensemble de rayons beaucoup plus étendu que ceux qui affectent notre rétine, et enfin de permettre l'accumulation des actions radiantes pendant un temps, pour ainsi dire, illimité; que cette couche sensible, disais-je, devait être considérée comme la véritable rétine du savant.

» Je termine donc en exprimant le vœu que cette belle méthode photographique soit pratiquée de plus en plus par ceux qui se vouent aux progrès de l'Astronomie physique; il y a là une si grande moisson à faire que nous n'aurons jamais trop d'ouvriers. Cette carrière leur promet de beaux travaux et d'importantes découvertes ([1]). »

([1]) Le beau résultat que MM. Henry viennent d'obtenir en constatant par la Photographie l'existence d'une nébuleuse dans les Pléiades prouve l'exactitude de ces idées, idées que j'émettais déjà en 1877.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Perturbation magnétique du 9 janvier 1886.* Note de M. MASCART.

« Une perturbation magnétique de grandeur exceptionnelle s'est produite le 9 janvier 1886. D'après les renseignements que M. Moureaux a relevés sur les courbes données par l'enregistreur magnétique de l'observatoire du parc Saint-Maur, l'agitation a commencé à $8^h 15^m$ du matin; les mouvements des aimants étaient précipités, mais faibles, et la première oscillation importante a eu lieu de 9^h à $10^h 30^m$. De 11^h à midi et de 1^h à 2^h, les boussoles ont été encore très troublées, mais avec des oscillations de faible amplitude.

» A partir de $4^h 45^m$, la composante horizontale a commencé à diminuer rapidement, tandis que la composante verticale augmentait; le mouvement de baisse de la déclinaison s'est accentué seulement à $5^h 50^m$. Le point extrême de cette oscillation a eu lieu à $7^h 15^m$; dans l'intervalle, la déclinaison avait diminué de 38′, et la composante horizontale de $\frac{1}{75}$ de sa valeur; la composante verticale avait augmenté de $\frac{1}{420}$. Un mouvement en sens inverse s'est ensuite produit, puis les barreaux ont eu une seconde oscillation, d'amplitude plus grande encore que la précédente, entre $8^h 15^m$ et 9^h.

» Les écarts extrêmes des éléments magnétiques pendant la perturbation ont été :

Déclinaison................	53′, de $5^h 50^m$ à $8^h 35^m$ du soir;
Composante horizontale.....	$\frac{1}{64}$, de $7^h 15^m$ à $8^h 40^m$ du soir;
Composante verticale.......	$\frac{1}{390}$, de $7^h 15^m$ à $8^h 40^m$ du soir.

» Il est à remarquer que, pendant la première des deux oscillations principales, les variations de la déclinaison et de la composante horizontale étaient de même sens, tandis qu'elles étaient de sens contraire dans la seconde.

» Les courbes obtenues par M. le Dr Fines à l'observatoire de Perpignan donnent les mêmes résultats et exactement aux mêmes heures, du moins autant qu'on peut l'estimer par les enregistreurs. Pour la composante horizontale, en particulier, les courbes des deux instruments de Perpignan et de Saint-Maur sont presque superposables dans tous leurs détails.

» Ces grandes perturbations magnétiques semblent donc se produire en

même temps sur toute la surface du globe, comme on l'a constaté déjà plusieurs fois et comme je l'ai fait remarquer aussi pour la perturbation du 17 novembre 1882, qui a été observée par la Mission du cap Horn. Il paraît important d'introduire dans les enregistreurs des moyens de constater le temps avec une plus grande exactitude, pour déterminer avec quel degré d'approximation les phénomènes observés en différents points de la surface du globe peuvent être considérés comme simultanés. »

THERMOCHIMIE. — *États multiples du sulfure d'antimoine;* par M. **Berthelot**.

« On sait que le sulfure d'antimoine existe sous deux états distincts : celui de sulfure noir, cristallisé, tel qu'il se rencontre dans la nature; et celui de sulfure orangé, hydraté, tel qu'on l'obtient par précipitation; ce dernier se transforme, d'ailleurs, dans le premier sous l'influence de diverses conditions. J'ai cherché à mesurer la chaleur de transformation de l'un de ces sulfures dans l'autre. A cet effet, je traite le sulfure noir cristallisé, très finement pulvérisé, par le sulfure de sodium dans le calorimètre. Il se dissout à froid assez rapidement pour donner lieu à des mesures précises. Au bout d'un quart d'heure, on arrête l'expérience. La dissolution n'est pas complète; mais on peut recueillir par décantation, puis peser le sulfure non attaqué; dans mes essais, la dose dissoute a varié de 67 à 79 centièmes.

» La chaleur dégagée, soit pour $SbS^3 + 6NaS(1^{éq} = 2^{lit}) : +10^{Cal},6$, concorde avec $+11^{Cal},2$ trouvé plus haut indirectement, dans les limites d'erreur dues aux dilutions et conditions diverses des expériences. La chaleur de transformation du sulfure noir dans le sulfure orangé est donc très petite. On peut démontrer ce fait d'une façon plus rigoureuse encore, en opérant la transformation dans le calorimètre même; il suffit pour cela de traiter le sulfure noir par le sulfure de sodium, de façon à en dissoudre la majeure partie; puis, dans le même calorimètre, et sans séparer la portion non dissoute, on ajoute une dose d'acide chlorhydrique étendu, strictement équivalente au sulfure alcalin : ce qui reprécipite le sulfure à l'état orangé. La chaleur de transformation du sulfure noir en sulfure orangé est exprimée par l'écart entre la chaleur de la réaction directe de l'acide chlorhydrique sur le sulfure de sodium et la somme des deux chaleurs dégagées successivement par le sulfure de

sodium, agissant sur le sulfure noir, et par l'acide chlorhydrique, décomposant le sulfantimonite et reprécipitant le sulfure orangé.

» Or la réaction directe de l'acide chlorhydrique étendu sur le sulfure de sodium dissous dégage : $+9^{Cal},85$.

» J'ai trouvé dans trois expériences, faites en dissolvant préalablement le sulfure noir ($8^{gr},400$) dans le sulfure de sodium, puis en reprécipitant le sulfure orangé par l'acide :

1° 67 centièmes dissous	+ 9,82
2° 74 centièmes	+ 9,83
3° 79 centièmes	+ 9,93
Moyenne	$+ 9^{Cal},86$

» Il résulte de ces expériences directes que la transformation du sulfure noir dans le sulfure orangé ne donne lieu qu'à des effets thermiques nuls ou très petits. La chaleur de formation du sulfure cristallisé peut donc être représentée par le même nombre, soit

$$Sb + S^3 = SbS^3 \text{(noir ou orangé)} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad + 17^{Cal},0$$

» Cela fait pour 1 équivalent (16^{gr}) de soufre combiné : $+ 5^{Cal},7$. D'après cette chaleur de sulfuration, l'antimoine vient se placer au voisinage du cuivre, du nickel, du plomb, du mercure, métaux dont la chaleur de sulfuration est très petite et voisine de $+ 9$ à $+ 10^{Cal}$, pour la plupart, ou même égale à $+ 5^{Cal},7$ pour le sulfure cuivrique. Elle se rapporte au soufre solide : pour le soufre gazeux, il faut ajouter $+ 1,2$.

» On remarquera que ces sulfures à faible chaleur de formation conservent jusqu'à un certain point l'éclat et divers caractères des métaux dont ils dérivent, les propriétés des corps changeant peu quand la chaleur dégagée est faible. On remarquera encore l'écart considérable qui existe entre la chaleur de formation du sulfure d'antimoine et celles du chlorure $(+ 30,5 \times 3)$ et de l'oxyde $(+ 27,9 \times 3)$.

» Un écart du même ordre existe pour les divers métaux signalés plus haut. Il rend compte de la transformation facile des sulfures métalliques en oxydes par le grillage. En effet, d'après les nombres

$$Sb + S^3 = + 17,0; \qquad Sb + O^3 = + 83,7,$$

on voit tout d'abord que l'oxygène doit déplacer le soufre, en dégageant $+ 83,7 - 17,0 = + 66^{Cal},7$.

» Mais la chaleur dégagée en fait est bien plus considérable, à cause de

la suroxydation des produits : l'oxyde d'antimoine, à la température de l'expérience, se changeant en partie en acide antimonieux SbO^4, avec un dégagement complémentaire de $+ 28^{Cal}$, et le soufre, d'autre part, devenant en partie de l'acide sulfureux, en dégageant $+ 69^{Cal},2 \times 3 = + 207^{Cal},6$. Ce concours d'énergies complémentaires rend la transformation chimique plus facile. Il explique la possibilité de réduire partiellement certains sulfures à l'état métallique par simple grillage. La réduction ultérieure des oxydes par le charbon, en présence des fondants alcalins, et la préparation des régules ne sont pas moins faciles à expliquer par la Thermochimie.

» Enfin ces nombres rendent compte des actions réciproques et des équilibres entre les acides sulfhydrique et chlorhydrique, opposés à l'oxyde d'antimoine ; mais ceci demande des développements nouveaux. »

THERMOCHIMIE. — *Sur les actions réciproques et les équilibres entre les acides chlorhydrique, sulfhydrique et les sels d'antimoine;* par M. **BERTHELOT**.

« 1. Parmi les actions inverses et réciproques, l'une des plus intéressantes est celle qui s'exerce entre le chlorure d'antimoine et l'acide sulfhydrique, d'une part, et, d'autre part, entre le sulfure d'antimoine et l'acide chlorhydrique : cette action réciproque est une conséquence nécessaire des principes de la Thermochimie. En effet, en l'absence de l'eau, la formation du premier système l'emporte sur la seconde de $+ 15^{Cal},3$:

$Sb + Cl^3 = SbCl^3$ cristallisé	$+ 91,4$	$+ 98^{Cal},3$
$3(H + S) = 3HS$ gaz	$+ 6,9$	
$Sb + S^3 = SbS^3$	$+ 17,0$	$+ 83,0$
$3(H + Cl) = 3HCl$ gaz	$+ 66,0$	

» Le second système doit donc se changer et se change en effet dans le premier, le sulfure d'antimoine étant transformé en chlorure et gaz sulfhydrique par l'acide chlorhydrique anhydre.

» Au contraire, en présence de l'eau en grand excès, c'est le second système qui l'emporte de $+ 30^{Cal},1$:

$Sb + Cl^3 = SbCl^3$ crist.	$+ 91,4$	$+ 105^{Cal},2$
$3(H + S) = 3HS$ dissous	$+ 13,8$	
$Sb + S^3 = SbS^3$	$+ 17,0$	$+ 135,3$
$3(H + Cl) = 3HCl$ dissous	$+ 118,3$	

» Aussi le chlorure d'antimoine, en présence de l'acide sulfhydrique et de l'eau, est-il changé en sulfure et acide chlorhydrique étendu. Si les actions se renversent en présence de l'eau, c'est surtout parce que l'eau se combine à l'acide chlorhydrique, la chaleur de formation de l'hydrate concourant aux phénomènes. Toute cette théorie est incontestable.

» 2. Entre les deux états extrêmes qui répondent aux réactions contraires, il existe nécessairement une limite d'équilibre, répondant à une quantité d'eau intermédiaire. Cette limite doit être principalement définie, d'après la théorie, par la proportion de l'eau en présence de laquelle l'acide chlorhydrique anhydre cesse d'exister : proportion facile à déterminer par des expériences directes, car il suffit de chercher au-dessous de quelle proportion d'eau l'hydracide manifeste une tension sensible, susceptible de permettre son entraînement par un courant de gaz inerte. Or, vers 12°, l'hydracide possède une tension notable jusque vers les rapports suivants : $HCl + 6,5\,H^2O^2$; et sa tension devient inappréciable au-dessous de 8 à $9\,H^2O^2$ (*Essai de Mécanique chimique,* t. II, p. 149). Ces limites sont modifiées par la présence du chlorure d'antimoine, à cause de la formation du chlorhydrate; mais la modification est faible, tant que le sel d'antimoine n'est pas trop abondant. Telle est donc la limite fixée par la théorie.

» Comparons cette limite avec la proportion d'eau nécessaire pour commencer la précipitation du sel d'antimoine, dissous dans l'acide chlorhydrique, par une quantité d'acide sulfhydrique très petite (afin d'éviter l'intervention du sulfhydrate). Soit une liqueur telle que

$$HCl + 3,73\,H^2O^2 + 0,0383\,SbCl^3,$$

renfermant 0,00153HS à 13°,3. On ajoute de l'eau à cette liqueur, goutte à goutte et en agitant, jusqu'au moment où le précipité orangé de sulfure devient permanent : ce qui arrive pour les rapports $HCl + 6,4\,H^2O^2$. Cependant il subsiste dans la liqueur de l'acide sulfhydrique libre en dose sensible, jusqu'à ce que l'eau ajoutée atteigne le rapport $HCl + 7,7\,H^2O^2$.

» Or ces limites sont précisément les limites prévues d'après la tension de dissociation de l'acide chlorhydrique anhydre; c'est une confirmation frappante de la théorie.

» 3. Si l'on opère à une température plus haute, la tension de l'acide chlorhydrique anhydre dans ses hydrates étant accrue, l'attaque du sulfure d'antimoine doit avoir lieu et a lieu en effet en présence d'une dose d'eau croissante. Ceci est confirmé par les expériences récentes de M. Lang. A la limite d'ailleurs intervient une réaction d'un autre ordre, à peu près

insensible à froid, mais qui le devient à 100° et surtout à une température plus haute, je veux dire la décomposition partielle du sulfure d'antimoine par la vapeur d'eau seule, observée autrefois par Regnault : laquelle résulte de la formation constatée d'un oxysulfure, dont la chaleur de combinaison complémentaire comble l'intervalle thermique entre l'oxyde et le sulfure. La théorie rend donc compte aussi de ces faits; mais ce n'est pas le moment d'insister sur cet ordre spécial de réactions.

» 4. L'action inverse de l'acide chlorhydrique plus ou moins étendu sur le sulfure d'antimoine est notable, tant que la proportion d'eau est moindre que 6 à 6,5 H^2O^2; cette action s'affaiblit jusqu'à devenir presque nulle lorsque la proportion d'eau dépasse 8 à 9 H^2O^2, conformément à mes anciennes expériences et aux limites précisées davantage depuis par M. Lang. Mais ces limites sont influencées dans une certaine mesure, par la formation d'un chlorosulfure, Sb^2S^5Cl ou plutôt $SbCl^3 + 5SbS^3$, déterminée en présence d'un excès de sulfure, laquelle dégage $+ 34^{Cal}$: chaleur complémentaire susceptible de renverser la réaction, au moins jusqu'au degré qui répond à la dissociation de ce composé secondaire, ou à sa décomposition par l'eau. Malgré cette circonstance perturbatrice, la formation de l'hydrate chlorhydrique conserve une influence prépondérante.

» 5. Examinons maintenant l'influence des proportions relatives de l'acide sulfhydrique : la théorie indique qu'elle doit être réglée par l'intervention du sulfhydrate de sulfure, composé incolore et soluble dont j'ai signalé l'existence. Mais, ce composé étant presque entièrement dissocié, son rôle doit se réduire à une action perturbatrice et secondaire. En fait, si l'on ajoute à la solution chlorhydrique, définie plus haut, de l'eau saturée d'acide sulfhydrique, au lieu d'eau pure, la précipitation est un peu reculée, jusque vers la limite $HCl + 7,3H^2O^2$, en présence de 0,00333 HS, au lieu de 0,00153 HS, c'est-à-dire la dose d'acide sulfhydrique étant doublée. La tension de ce corps intervient donc, de façon à augmenter la dose du sulfhydrate.

» 6. La formation du dernier composé tend également à être accrue, si l'on introduit, dans la liqueur limite, ne renfermant plus d'acide sulfhydrique, du sulfure d'antimoine (orangé), lequel donne lieu en fait à une nouvelle production d'acide sulfhydrique (dérivé du sulfhydrate dissocié).

» 7. Au contraire, si l'on fait croître fortement la dose du chlorure d'antimoine, la formation du chlorhydrate diminue la tension de l'acide chlorhydrique libre et modifie, par suite, la limite à laquelle commence l'action de l'acide sulfhydrique.

» 8. On voit par ces expériences comment la précipitation du sulfure d'antimoine est surtout réglée par un phénomène fondamental : la formation des hydrates chlorhydriques stables; on voit aussi comment la formation des composés secondaires, sulfhydrates, chlorhydrates, chlorosulfures, etc., intervient d'une manière non moins nécessaire, mais seulement à titre d'action perturbatrice, et jusqu'à des limites réglées par leur propre dissociation.

» Il en est des origines de l'action chimique comme des origines de l'électrolyse. Elle s'exerce, pour ainsi dire, toujours et en tous sens; mais elle ne devient manifeste et ne produit ses effets ordinaires et normaux qu'au delà de certaines limites. C'est dans ces conditions que la généralité des réactions peut être représentée par des lois simples et régulières; le principe du travail maximum exprime alors sans contestation possible un nombre immense de transformations. Mais, dans tous les phénomènes physiques et mécaniques, les effets qui se passent aux limites mêmes sont beaucoup plus compliqués que les autres, quoique régis d'ailleurs par les mêmes lois.

» 9. En résumé, l'étude des sels d'antimoine met en évidence par de nouvelles démonstrations les règles suivantes, qui président aux équilibres et actions réciproques :

» 1° Les actions inverses se produisent dans les cas où le signe de la chaleur dégagée par la réaction de deux corps, tels que le sulfure d'antimoine et l'acide chlorhydrique, est changée par la combinaison de l'un d'eux avec un troisième corps, tel que l'eau formant des hydrates, ou même avec l'un des produits de la réaction.

» 2° L'action chimique ne se renverse pas brusquement, mais suivant une certaine gradation de composés intermédiaires, tels que les hydrates, sulfhydrates, chlorhydrates, oxychlorures, chlorosulfures, etc.; composés dont la chaleur de formation propre intervient dans les phénomènes et tend à combler l'intervalle thermique des réactions principales.

» 3° Ces composés secondaires n'existent pour la plupart que dans un état de dissociation partielle, c'est-à-dire de tension de leurs composants.

» 4° Ce sont ces composés qui déterminent et règlent les équilibres chimiques entre les corps antagonistes, selon les conditions de leur existence propre et de leur dissociation : c'est à ce moment qu'interviennent les lois physico-chimiques de la dissociation, objet actuel des études de tant de savants.

» Ainsi s'établit la distinction fondamentale entre les réactions dues à

l'énergie interne des systèmes, énergie dont la dissipation graduelle s'opère conformément au principe du travail maximum, et les effets opposés dus aux énergies étrangères, telle que l'énergie calorifique, laquelle s'exerce surtout en produisant les changements d'état et la dissociation. Toute la mécanique chimique s'explique par le concours des lois qui président à ces deux ordres de phénomènes. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *De l'hémi-anesthésie alterne comme symptôme de certaines lésions du bulbe rachidien;* par M. **Vulpian.**

« Le fait clinique, dont j'ai résumé les principaux détails dans mes Communications du 23 novembre 1885 et du 28 décembre 1885 [1] et dont j'ai fait ressortir la signification par rapport aux fonctions du nerf de Wrisberg, méritait encore l'attention au point de vue de l'influence qu'exercent les lésions unilatérales du bulbe rachidien sur la sensibilité et la motilité des membres, du tronc et de la face. Dans ce cas, une tumeur développée dans la partie supérieure de la moitié droite du bulbe rachidien avait produit une paralysie alterne du mouvement (moitié droite de la face; moitié gauche du tronc et membres du côté gauche); elle avait produit, en même temps, une diminution de la sensibilité générale de toute la moitié gauche du corps (y compris la face et la membrane muqueuse de la bouche).

» J'ai eu l'occasion, dans un des derniers jours du mois de décembre, d'examiner l'encéphale d'une femme chez laquelle j'avais soupçonné aussi l'existence d'une lésion de la protubérance annulaire ou du bulbe rachidien.

» On avait constaté, pendant la vie, un très léger degré d'affaiblissement des membres du côté droit. La malade pouvait se tenir debout, mais pendant un moment seulement

---

(1) Vulpian, *Recherches sur les fonctions du nerf de Wrisberg* (*Comptes rendus*, t. CI, p. 1037, et Note complémentaire, t. CI, p. 1447). Dans ma Communication du 23 novembre, l'opinion de Longet sur la sensibilité gustative du voile du palais n'est pas reproduite d'une façon tout à fait exacte. Ce physiologiste n'a pas nié cette sensibilité; après l'avoir étudiée chez lui-même et chez d'autres personnes, il admet sans restriction qu'elle existe pour les piliers du voile du palais et il ajoute que « tantôt la sensibilité (gustative) a été nulle, comme chez lui-même, et tantôt elle a été assez marquée, dans la partie moyenne (de ce voile). » (*Traité de Physiologie*, 3e édition, t. III, p. 496.)

et d'une façon tout à fait chancelante, ce qui paraissait dû plutôt à un défaut d'équilibre qu'à la faiblesse des membres inférieurs. Il n'y avait pas de paralysie des muscles de la face ni de ceux de la langue.

» La sensibilité cutanée présentait des modifications très nettes. Les impressions de contact, de frôlement, de pincement, de chatouillement, portant sur la plante du pied, étaient mieux senties du côté droit que du côté gauche. Il en était de même pour toutes les impressions de ce genre subies par le tégument de la moitié droite du tronc et par celui des membres du côté droit. D'autre part, le contact d'un corps froid produisait, sur toute la moitié gauche du tronc et sur les membres du côté gauche, une sensation de chaleur, tandis que le froid était bien senti du côté droit. Il n'y avait pas de retard dans la perception des impressions provenant du côté gauche du corps. Les réflexes tendineux étaient affaiblis de ce côté.

» A la face, au contraire, le contact du doigt était senti plus nettement à gauche qu'à droite et les corps froids donnaient lieu à une impression de froid, lorsqu'ils touchaient le côté gauche; à une impression de chaud, lorsqu'ils touchaient le côté droit. Lorsque la malade mettait un verre froid en contact avec ses lèvres, pour boire, elle éprouvait une sensation de chaleur, du côté droit de la bouche, et une sensation de froid, du côté gauche. La sensibilité était normale (non exagérée) dans les membres du côté droit et dans la moitié gauche de la face.

» Je ne parle pas de divers autres symptômes relevés chez cette malade et qui ont trouvé leur explication dans les données de la nécroscopie : pour le moment je ne m'attache qu'aux troubles de la sensibilité et du mouvement. On voit qu'on avait constaté, chez cette malade, une légère parésie des membres du côté droit, une diminution de la sensibilité cutanée, avec perversion de la sensibilité thermique, dans les membres du côté gauche et les mêmes modifications de la sensibilité dans le côté droit de la face.

» Ces phénomènes morbides s'étaient manifestés assez brusquement dans la journée du 8 décembre 1885. L'intelligence n'avait pas été atteinte à un degré notable, et c'est la malade qui avait signalé la sensation illusoire de chaud que produisait sur la moitié droite de ses lèvres le contact d'un verre à boire. Au bout d'une douzaine de jours l'état devint plus grave (troubles cardiaques et respiratoires, albuminurie, œdème, etc.), et la malade mourut le 25 décembre.

» A l'autopsie, j'ai trouvé, entre autres lésions, des concrétions fibrineuses d'ancienne date (kystes fibrineux à contenu puriforme) dans les deux ventricules du cœur, des infarctus pulmonaires et une obturation de l'artère cérébelleuse inférieure et postérieure du côté droit par une coagulation cruorique, paraissant dater, d'après ses caractères, de quinze à vingt jours. Cette obstruction artérielle avait eu pour conséquences un foyer de ramollissement assez étendu, dans le lobe droit du cervelet et un autre foyer de même nature dans la moitié droite du bulbe rachidien.

» Le ramollissement cérébelleux, siégeant dans le noyau blanc du lobe intéressé, expliquait l'affaiblissement de la coordination des mouvements musculaires nécessaires à la station verticale et à la marche (ce ramollissement rendait compte sans doute aussi de la déviation conjuguée des yeux observée pendant plus d'une semaine).

» Le ramollissement du bulbe rachidien paraissait contemporain de celui du cervelet et siégeait dans la région postérieure de la moitié droite de cette partie de l'encéphale, c'est-à-dire en arrière de l'olive, dont il était séparé a une petite couche de tissu sain.

Il commençait, en haut, à $0^m,005$ ou $0^m,006$ au-dessous du niveau du sillon de séparation entre le bulbe et la protubérance annulaire et s'étendait, par en bas, jusqu'à $0^m,003$ environ au-dessus du niveau de l'extrémité inférieure de l'olive. Le corps restiforme droit était ramolli jusqu'à une faible distance de sa surface. Par des séries de coupes transversales du bulbe, on voyait que la limite supérieure de ce ramollissement n'atteignait pas tout à fait le niveau des barbes de plumes du *calamus scriptorius;* elle était située, par conséquent, au-dessous du trajet intra-bulbaire du nerf facial. Ce ramollissement correspondait très exactement à la partie du bulbe rachidien qui reçoit ses artères de l'artère cérébelleuse inférieure et postérieure [1], et il avait certainement détruit, en partie, la racine descendante du nerf trijumeau droit.

» Ce fait se rapproche, dans une certaine mesure, de celui que j'ai communiqué à l'Académie et que je rappelais au début de cette Note. Dans un cas comme dans l'autre, en effet, on a constaté, sous l'influence d'une lésion unilatérale du bulbe rachidien, une hémi-anesthésie incomplète dans la moitié du tronc et dans les membres du côté opposé. Mais, dans le premier cas, l'hémi-anesthésie s'étendait à la moitié de la face de ce même côté opposé : dans le cas actuel, la sensibilité cutanée était diminuée dans la moitié de la face du côté correspondant au côté lésé du bulbe rachidien. Il y avait, en un mot, chez la malade dont il s'agit, une *hémi-anesthésie alterne* (avec hémi-parésie thermique, pareillement alterne).

» Il est facile de se rendre compte de la différence topographique des troubles de la sensibilité dans les deux faits. Dans le premier cas, la lésion (tumeur de la moitié droite du bulbe rachidien) laissait intacte la racine descendante du nerf trijumeau droit et elle comprimait probablement les voies par lesquelles les impressions produites sur les extrémités périphériques du nerf trijumeau gauche, une fois qu'elles ont passé de la moitié gauche du bulbe dans la moitié droite, sont conduites vers l'hémisphère cérébral droit pour y être perçues. Dans le second cas, le ramollissement siégeant dans la moitié droite du bulbe rachidien avait atteint et désorganisé plus ou moins complètement la racine descendante du nerf trijumeau droit : d'où l'anesthésie du côté droit de la face; mais cette lésion n'avait produit aucune interception des impressions provenant du nerf trijumeau gauche et passant dans la moitié droite de l'isthme de l'encéphale. Quant à l'anesthésie plus ou moins marquée des téguments de la moitié gauche du tronc et des membres du côté gauche, elle avait pour cause, dans l'un et l'autre cas, l'obstacle opposé par la lésion bulbaire à la transmission des

---

[1] Duret, *Conclusions d'un Mémoire sur la circulation bulbaire* (*Archives de Physiologie normale et pathologique*, p. 88-89; 1873).

impressions qui portaient sur la surface cutanée du côté gauche et qui, par suite des entrecroisements, étaient conduites au cerveau par la moitié droite de la moelle épinière et du bulbe rachidien.

» D'autres différences existaient aussi entre les deux cas, sous le rapport des troubles de la motilité. Chez le malade atteint de tumeur de la moitié droite du bulbe rachidien, il y avait une compression exercée sur le nerf facial droit et sur les faisceaux moteurs en relation, par suite des entrecroisements de la moelle allongée, avec les noyaux d'origine intra-médullaire des nerfs moteurs du côté gauche du corps; il en était résulté une *hémiplégie alterne* (paralysie très prononcée de la moitié droite de la face; affaiblissement léger des membres du côté gauche) : dans le dernier cas (ramollissement du faisceau restiforme et de la racine descendante du trijumeau du côté droit), le nerf facial et les faisceaux entrecroisés du bulbe rachidien étaient intacts et n'étaient pas comprimés; la lésion n'avait produit qu'un faible degré de parésie *directe* (dans les membres du côté droit).

» L'*hémi-anesthésie alterne* doit exister toujours, à un degré plus ou moins notable, lorsque la région postérieure d'une des moitiés du bulbe (y compris la racine descendante du nerf trijumeau) se trouve atteinte dans une assez grande profondeur. Il est facile, en produisant sur des animaux des lésions du bulbe rachidien, de déterminer une hémi-anesthésie alterne, analogue à celle qui a été constatée dans le cas de ramollissement bulbaire dont je viens de dire quelques mots. J'ai montré, en 1853 ([1]), que la section transversale d'une moitié du bulbe rachidien, au niveau ou à peu de distance de l'angle postérieur du quatrième ventricule, produit un affaiblissement considérable de la sensibilité de la moitié de la face du même côté. Ce résultat a été constaté aussi par tous les physiologistes qui ont fait la même expérience, par M. Schiff ([2]) entre autres et plus récemment par M. Laborde ([3]). La section d'une moitié latérale du bulbe rachidien produit en outre de la parésie et un certain degré d'anesthésie cutanée dans les membres

---

([1]) VULPIAN, *Sur l'origine de plusieurs nerfs craniens*. Thèse inaugurale; Paris, 1853.

([2]) J.-M. SCHIFF, *Lehrbuch der Physiologie der Menschen. Muskel und Nervenphysiologie;* Jahr 1858-1859, p. 305.

([3]) LABORDE, *Recherches expérimentales sur quelques points de la physiologie du bulbe rachidien* (*Mémoires de la Société de Biologie;* 1877, p. 81 et suiv.) Voir aussi *Comptes rendus de la Société de Biologie*, nov. et déc. 1877.

du côté opposé, ainsi qu'une hyperesthésie cutanée plus ou moins marquée dans les membres du côté de la lésion ([1]). J'ai étudié de nouveau, dans ces derniers temps, les effets de cette lésion de la moelle allongée sur des chiens, des lapins, des cobayes.

» La section était pratiquée sur la moitié gauche du bulbe rachidien, au niveau ou à deux, trois ou quatre millimètres en arrière du bec du *calamus scriptorius*. Les résultats ont été constamment, comme symptômes habituels, ceux que je viens d'indiquer. La motilité et la sensibilité ont été toutefois plus ou moins affaiblies, suivant l'étendue et la profondeur de la section et aussi suivant les animaux. La paralysie du mouvement a été plus prononcée chez les chiens et les lapins que chez les cobayes. Les chiens et les lapins ne pouvaient pas se tenir dans l'attitude normale; ils étaient couchés ordinairement sur le côté gauche, et, lorsqu'on les excitait, ils montraient une tendance constante à tourner en circuit de gauche à droite. Un lapin ainsi opéré roulait sur le sol de droite à gauche, moins rapidement, il est vrai, qu'à la suite des lésions du pédoncule cérébelleux moyen. La pupille de l'œil gauche était plus étroite que celle de l'œil droit et il y avait une déviation conjuguée des deux yeux. Les mouvements respiratoires des narines étaient plus forts du côté droit que du côté gauche.

» Les cobayes peuvent encore marcher et courir lorsque l'hémisection n'est pas complète, et il semble n'y avoir chez eux qu'une très légère hémiplégie du côté opposé à la lésion; ils tournent parfois un peu en cercle de gauche à droite. Lorsque l'hémisection est complète et a été pratiquée au niveau du bec du *calamus scriptorius*, les cobayes ne peuvent plus se tenir sur leurs pattes, bien que les membres du côté droit ne soient pas entièrement paralysés; ils ont une grande tendance à rouler de droite à gauche et offrent souvent du nystagmus et de la déviation conjuguée des yeux dans le sens du roulement. Les mouvements respiratoires sont plus larges du côté droit que du côté gauche.

» Chez tous les animaux opérés (section profonde de la moitié gauche du bulbe), on a constaté une anesthésie très marquée de la moitié gauche de la face et une diminution très nette aussi, mais moins prononcée, de la sensibilité des membres du côté droit. Les paupières de l'œil gauche ne se fermaient pas lorsqu'on soufflait sur l'œil, elles restaient immobiles encore ou n'exécutaient qu'un très léger mouvement réflexe lorsqu'on touchait soit ces paupières, soit même la cornée transparente. Le clignement spontané de l'œil gauche s'effectuait de temps en temps, mais moins fréquemment que celui de l'œil droit, et il ne coïncidait que rarement avec celui-ci. La sensibilité était ou normale ou un peu exagérée dans les membres du côté gauche; parfois l'oreille gauche offrait aussi un certain degré d'hyperesthésie. Il n'y avait pas le moindre degré de paralysie des muscles de la face.

» Les orteils du côté gauche étaient moins pâles et plus chauds que ceux du côté droit.

([1]) J.-M. SCHIFF, *loc. cit.*, p. 304. — ORÉ, *Recherches expérimentales sur l'influence que la moelle épinière et le bulbe rachidien exercent sur la sensibilité et la motilité* (*Comptes rendus*, t. XXXVIII, p. 930; 1854).

» Sur des cobayes ainsi opérés et empoisonnés par l'injection sous-cutanée de $1^{mgr},5$ à 2^{mgr} de chlorhydrate de strychnine, on a vu, pendant la période des convulsions produites par cette substance, reparaître le clignement réflexe des paupières de l'œil gauche. Toutefois, ce clignement était moins facilement provoqué que celui de l'œil droit. D'autre part, l'attouchement le plus léger des membres du côté gauche donnait lieu à des accès convulsifs, tandis qu'il fallait un contact un peu moins faible des membres du côté droit pour produire le même effet.

» Enfin, sur des cobayes opérés depuis deux jours et chez lesquels on ne trouvait pas de zone épileptogène, les attaques ordinaires du strychnisme ont été précédées par des accès épileptiformes violents, tout à fait semblables à ceux qui ont lieu après les lésions de la moelle ou la section d'un nerf sciatique. Sur les cobayes dont il est ici question, c'est le membre postérieur gauche qui opérait le mouvement de grattage convulsif observé au début de l'attaque éclamptique [1].

» On voit que la section transversale d'une moitié du bulbe rachidien produit, entre autres symptômes, une hémi-anesthésie alterne, c'est-à-dire une anesthésie plus ou moins prononcée du même côté de la face que la lésion, et une anesthésie incomplète des membres du côté opposé. L'anesthésie faciale est d'autant plus accusée que la section porte sur un point plus élevé du bulbe rachidien, mais elle ne va pas jusqu'à l'insensibilité absolue.

» Les lésions morbides unilatérales du bulbe rachidien se traduisent, chez l'homme, par des symptômes variés, suivant le siège, l'étendue en hauteur, largeur et profondeur de ces lésions. Lorsqu'elles empiètent quelque peu sur la protubérance annulaire, elles peuvent atteindre les origines du nerf facial et déterminent alors, comme on le sait, une hémiplégie alterne. Il est probable que l'hémiplégie alterne se complique souvent d'anesthésie plus ou moins marquée du côté du corps opposé au siège de la lésion : c'est ce qui avait lieu dans le cas signalé dans ma Communication du 23 novembre 1885. Si ces lésions intéressent la racine descendante du nerf trijumeau, elles peuvent produire une hémi-anesthésie alterne, comme dans le cas actuel. On comprend la possibilité d'autres combinaisons symptomatiques, qui se réaliseraient si une lésion unilatérale atteignait les origines ou le trajet intra-bulbaire de l'un ou de plusieurs des autres nerfs bulbaires (hypoglosse, spinal, pneumogastrique, glosso-pharyngien, oculo-moteur externe, acoustique).

» L'hémi-anesthésie alterne doit donc être considérée comme un des symptômes caractéristiques par lesquels peuvent s'accuser les lésions du

---

(1) Chez un cobaye, l'hémisection du bulbe rachidien a produit une attaque épileptiforme au moment même de l'opération.

bulbe rachidien. Si elle se manifeste tout d'un coup, on devra admettre qu'elle est due soit à une hémorrhagie limitée intra-bulbaire, soit, comme dans le cas actuel, à une obturation, par embolie, de l'artère cérébelleuse inférieure et postérieure du côté correspondant à la moitié anesthésiée de la face. »

COSMOLOGIE. — *Météorites récemment tombées dans l'Inde les* 19 *février* 1884 *et* 6 *avril* 1885; par M. **Daubrée**.

« M. Medlicott, surintendant du *Geological Survey* de l'Inde, et bien connu par ses importantes recherches sur la vaste région dont l'exploration lui est confiée, a eu l'obligeance de m'adresser, pour la collection du Muséum, deux météorites récemment tombées dans l'Inde, et sur la chute desquelles il a communiqué des renseignements, qu'il doit aux ordres donnés par le Gouvernement des Indes dans le but de préserver les pierres tombées du ciel.

» Le 19 février 1884, à 2^h après midi, une pierre tomba dans le village de Pirthalla, district de Hissar, dans le Pundjab, longitude environ 29° est de Greenwich, latitude 29° 35′ nord.

» Les trois morceaux recueillis pesaient ensemble 1^{kg}, 160, représentant environ le huitième du poids de la masse totale.

» Un cipaye et un garçon de douze ans, qui furent témoins du phénomène, assurent que, pendant sa chute, la pierre était d'un rouge feu. Ils entendirent une explosion pendant qu'elle était encore en l'air, puis un choc comme celui d'un boulet qui frappe le sol, dans lequel, malgré sa dureté, la météorite pénétra à la profondeur de 0^m, 07. Immédiatement extraite, on la trouva froide et cassée en deux.

» Sa forme était grossièrement cuboïde, avec des arêtes émoussées et dentelées. La roche appartient au type le plus commun; elle est grenue, de couleur gris clair et renferme des grains de fer disséminés. Sa densité est de 3,40; comme il arrive toujours, elle est enveloppée d'une écorce noire.

» Dans la soirée du 6 avril 1885, une autre chute eut lieu à Chandpur, village des provinces du nord-ouest, à environ 8^{km} au nord-ouest de Mainpuri, par 79° 3′ de longitude est de Greenwich et 27° 17′ de latitude nord.

» Comme celle de Pirthalla, elle appartient au type commun des sporadosidères. Sa densité est de 3,25. D'après le sous-inspecteur indigène de police, un Indien lui raconta que, le 6 avril, une heure et demie après la

chute du jour, un coup de tonnerre accompagné d'un éclair qui avait illuminé tout le ciel avait été suivi de la chute d'une pierre trouvée le matin suivant : elle pesait 1 seer et 4 chittacks. Suivant le récit des témoins, des nuages lourds s'étendirent sur Chandpur; on y vit un éclair qui fut suivi d'un grincement rauque, puis d'un bruit ressemblant à celui du tonnerre, d'abord lent, puis subit. Le ciel étant ainsi éclairé tout entier, disent les indigènes, on entendit quelque chose qui descendait et, subséquemment, un choc sur le sol d'un champ voisin. Les témoins se mirent à courir vers leurs maisons respectives, craignant une sorte de grêle. Le mardi matin, comme l'événement était d'une nature surprenante, ils éprouvèrent le désir de voir ce dont il s'agissait, et c'est alors qu'ils trouvèrent la pierre qu'ils prétendent avoir trouvée encore chaude. »

ÉLECTRICITÉ. — *Applications faites dans l'artillerie du transport de la force par l'électricité.* Note de M. **Favé**.

« La fonderie de canons de Bourges emploie, depuis l'année 1879, deux machines Gramme, l'une comme génératrice, l'autre comme réceptrice, pour l'essai des métaux au moyen d'une machine à traction. On a dû renoncer à opérer des arrêts brusques avec des courants énergiques pour ne pas altérer les isolants de la bobine.

» Le même établissement fait usage, pour le maniement des très gros canons, de deux grues roulantes de 20 tonnes, actionnées chacune par une réceptrice particulière, avec un courant provenant d'une seule génératrice. Le travail transmis à la distance de 120^{m} est de 13 chevaux environ sur 25. Le fonctionnement s'est toujours opéré sans accident. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats à présenter à M. le Ministre de l'Instruction publique pour une place vacante au Bureau des Longitudes par le décès de M. *Yvon Villarceau*.

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du premier candidat, le nombre des votants étant 44,

M. Bouquet de la Grye, obtient. . . . . . 42 suffrages.

Il y a deux bulletins blancs.

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du second candidat, le nombre des votants étant 45,

M. Callandreau obtient	....	43 suffrages,
M. Radau	»	1 »

Il y a un bulletin blanc.

En conséquence, la liste présentée par l'Académie à M. le Ministre comprendra :

En première ligne. . . . . . . M. **Bouquet de la Grye.**
En seconde ligne. . . . . M. **Callandreau.**

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Rougeau** adresse une Communication relative à un procédé de destruction du Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. **Pigeon** adresse une Note portant pour titre : « Causes particulières du choléra chez les petits enfants. »

Cette Note sera renvoyée au concours Bréant avec les Communications précédentes du même auteur.

CORRESPONDANCE.

M. **Luys** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place actuellement vacante dans la Section d'Anatomie et de Zoologie.

(Renvoi à la Section d'Anatomie et de Zoologie.)

M. **A.-G. Pouchet** adresse des remerciements à l'Académie pour la récompense dont ses travaux ont été l'objet dans la dernière séance publique.

M. l'**Inspecteur général de la navigation** transmet à l'Académie les

états des crues et diminutions de la Seine, observées chaque jour au pont Royal et au pont de la Tournelle, pendant l'année 1885.

Les plus hautes eaux ont été observées, le 11 décembre, au pont de la Tournelle à $5^{m},22$, et le 11 décembre, au pont Royal, à $6^{m},20$.

Les plus basses eaux ont été observées les 12, 13, 14 et 15 septembre, au pont de la Tournelle, à $-0^{m},05$, et les 13 et 14 septembre, au pont Royal, à $1^{m},60$.

OPTIQUE. — *Sur un dispositif de lentilles de grand diamètre et de court foyer, présentant une très faible aberration, dû à* M. **Mangin**. Note transmise par M. le Ministre de la Guerre.

« M. le colonel du Génie Mangin a inventé récemment un système de lentilles de grand diamètre et de court foyer, qui présente une très faible aberration. Ce système se compose de trois lentilles de $0^{m},60$ de diamètre, l'une biconvexe, les deux autres concaves-convexes, ayant une distance focale résultante de 1^{m} environ; les courbures sont calculées de telle sorte qu'il n'y ait nulle part une déviation de lumière de plus de $2^{\circ}30'$; de plus, comme les trois lentilles n'ont pas une grande épaisseur, l'affaiblissement de lumière qui résulte du passage dans ces milieux est à peine de $\frac{1}{12}$, et cette perte est plus que compensée par le gain provenant de la réduction d'aberration. Cette aberration est, en effet, très petite, car la distance qui sépare le foyer des rayons centraux du foyer des rayons marginaux n'est que de 12^{mm}, résultat remarquable, étant donné le grand diamètre des lentilles et la faible valeur de la distance focale. Cette propriété précieuse permet de faire travailler toute la surface des lentilles, non seulement avec la lampe à pétrole, mais même avec des sources beaucoup plus petites; on peut donc employer dans un semblable système, malgré leurs faibles dimensions, des sources très intenses, telles que l'image solaire et la lumière électrique, tout en conservant un très bon rendement, et augmenter ainsi considérablement les portées de la télégraphie optique. »

M. le **Secrétaire perpétuel**, à l'occasion de cette Communication, a le regret de faire part à l'Académie de la mort récente de M. le colonel du Génie *Mangin*, dont l'existence modeste et laborieuse a été consacrée à l'étude et au perfectionnement des appareils optiques en usage dans l'armée et la marine. Parmi les travaux qui ont donné lieu à des applications actuel-

lement en service courant, on peut citer la construction de miroirs sphériques aplanétiques (¹) de grande dimension, dans lesquels l'aberration de sphéricité est compensée par une réfraction convenable; le perfectionnement de divers appareils de télégraphie optique (²). Enfin on doit mentionner aussi l'appareil nommé par M. Mangin *périgraphe instantané* (³), permettant d'obtenir en une seule fois l'épreuve photographique d'un tour complet d'horizon : la conservation rigoureuse des angles azimutaux rend cet appareil très propre à l'exécution rapide des levés topographiques. Le dispositif optique très ingénieux qui fournit ce résultat est un anneau torique réfléchissant, dont la courbure méridienne est calculée de manière à réduire l'aberration au minimum.

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle comète Brooks, faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest)*; par M. **G. Bigourdan.** Communiquées par M. Mouchez.

Dates.	Étoiles de comparaison.	Grandeurs.	☄ — ⋆. Æ.	☄ — ⋆. Déclinaison.	Nombre de compar.
			m s	′ ″	
1885. Déc. 30...	*a* 4432 BD + 5	8,5	+1.15,71	+5.43,2	6.2
1886. Janv. 5...	*b* Anonyme	9,5	−0.10,66	+2.23,0	16.16
7...	*c* 4508 BD + 8	9,5	−0.11,82	+0.33,1	20.15
8...	*d* 4633 BD + 9	9	+0.12,53	−0.51,2	16.15
10...	*e* 4402 BD + 10	9,5	+0.21,59	+1.16,2	8.8

Positions des étoiles de comparaison.

Dates.	Étoiles.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
1885. Déc. 30..	*a*	20. 4.44,44	+1,58	+ 5.14.39,3	+17,5	Weisse₁.
1886. Janv. 5..	*b*	20.29.50,44	−1,31	+ 8. 3.19,0	+ 6,2	Rapp. à 812 W₁.
7..	*c*	20.37.37,29	−1,28	+ 8.58.42,7	+ 5,9	» 899 W₁.
8..	*d*	20.41. 5,86	−1,27	+ 9.26.40,9	+ 5,8	1037 W₁.
10..	*e*	20.48.42,33	−1,24	+10.17.28,5	+ 5,5	Rapp. à 4411 BD + 10 B.

(¹) *Comptes rendus*, t. LXXX, p. 1597.

(²) *Mémorial de l'Officier du Génie* (années 1873, 1874, 1876, 1885).

(³) Association française pour l'avancement des Sciences. — Congrès de Paris 1878, p. 339.

Positions apparentes de la comète.

Dates.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Log. fact. par.	Déclinaison apparente.	Log. fact. par.
	h m s	h m s		° ′ ″	
1885. Déc. 30....	5.48.41	20. 6. 1,73	$\bar{1}$,549	+ 5.20.40,0	0,804
1886. Janv. 5....	6.16.16	20.29.38,47	$\bar{1}$,572	+ 8. 5.48,2	0,800
7....	6. 0.49	20.37.24,19	$\bar{1}$,563	+ 8.59.21,7	0,793
8....	5.59.28	20.41.17,12	$\bar{1}$,562	+ 9.25.55,5	0,791
10....	6.10.35	20.40. 2,68	$\bar{1}$,572	+10.18.50,2	0,716

» Remarques. — La position de l'étoile *a* est donnée pour 1885,0; les positions des autres étoiles sont celles de 1886,0.

» Dans les observations du 30 décembre et du 10 janvier, la comète était très faible, ce qui a rendu ces observations assez incertaines.

» *Janvier* 5. — Cette comète est une faible nébulosité de 2′,5 de diamètre avec un petit noyau également faible et un peu excentrique; je n'ai pas aperçu de trace de queue; d'ailleurs, je n'ai pu voir cette comète que dans des conditions défavorables. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle comète Brooks, faites à l'observatoire de Nice* (*équatorial de Gautier*). Note de M. Charlois, présentée par M. Mouchez.

Dates.		Étoiles de comparaison.	Ascension droite comète-étoile.	Distance polaire comète-étoile.
			m s	′ ″
1885. Déc. 30.......	*a*	5048 Lamont$_2$.	— 1. 0,17	+ 3.21,4
31.......	*b*	5091 Lamont$_2$.	— 0.13,91	»
1886. Janv. 2.......	*c*	5180 Lamont$_2$.	+ 1.34,10	+ 4.31,8
6.......	*d*	8167 Schjellerup.	+ 1.57,45	+ 2.44,7
8.......	*e*	5229 Glasg. Cat.	+ 1.51,95	+ 0.17,8

Positions des étoiles de comparaison.

Dates.	Étoiles.	Ascension droite moyenne 1885-86,0.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne 1885-86,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
1885. Déc. 30...	*a*	20. 7. 5,00	+1,58	84.35.37,8	—17,7	Lamont.
31...	*b*	20.10.14,00	+1,58	84. 8.27,6	—17,8	Lamont.
1886. Janv. 2...	*c*	20.16.22,14	—1,35	83.11.27,4	— 6,7	Lamont.
6...	*d*	20.31.32,18	—1,30	81.25. 3,9	— 6,1	Schjellerup.
8...	*e*	20.39.25,83	—1,27	80.33.55,7	— 5,8	Cat. Glasgow.

Positions apparentes de la comète.

Dates.	Temps moyen de Nice.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.	Nombre de compar.
	h m s	h m s		° ′ ″		
1885. Déc. 30...	6.39. 5	20. 6. 6,41	$\bar{1}$,626	84.38.41,5	$0,778_n$	5
31...	6.31.55	20.10. 1,67	$\bar{1}$,624	»	»	4
1886. Janv. 2...	6.40.35	20.17.54,89	$\bar{1}$,628	83.15.52,5	$0,774_n$	5
6...	6. 6.56	20.33.28,33	$\bar{1}$,612	81.27.42,5	$0,759_n$	6
8...	6.19.13	20.41.16,51	$\bar{1}$,621	80.34. 7,7	$0,760_n$	5

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Résumé des observations solaires faites pendant la seconde moitié de l'année* 1885. Lettre de M. **P. Tacchini**.

« Pour les taches et les facules, le nombre des jours d'observation a été de 157 : savoir 31 en juillet, 30 en août, 29 en septembre, 22 en octobre, 20 en novembre et 25 en décembre. Dans le premier semestre, le nombre avait été de 150; pendant l'année on a un total de 307 jours.

1885.	Fréquence relative des taches.	Fréquence des jours sans taches.	Grandeur relative des taches.	Grandeur relative des facules.	Nombre des groupes de taches par jour.
Juillet.........	15,41	0,00	90,22	43,15	4,45
Août..........	11,20	0,00	44,70	40,17	3,40
Septembre.....	9,14	0,00	59,20	59,83	3,31
Octobre.......	12,55	0,00	55,64	34,06	3,09
Novembre.....	6,35	0,10	22,90	35,00	2,30
Décembre......	4,84	0,12	21,44	42,61	2,12

» On a constaté une diminution progressive et rapide pendant l'année 1885, dans le phénomène des taches solaires; c'est pendant le dernier trimestre que cette diminution s'est surtout manifestée. Les facules aussi ont été moins nombreuses, et l'on peut dire qu'après le maximum, qui a eu lieu au commencement de 1884, nous sommes à présent très près du nouveau minimum.

» Voici les résultats des observations sur les protubérances :

1885.	Nombre des jours d'observation.	Protubérances. Nombre moyen.	Hauteur moyenne.	Extension moyenne.
			"	°
Juillet	30	10,53	50,6	2,5
Août	22	9,73	48,1	2,6
Septembre	14	11,79	53,9	2,6
Octobre	10	10,00	46,7	3,0
Novembre	12	10,58	45,7	2,1
Décembre	22	8,64	46,0	2,2

» Les protubérances ne montrent pas une diminution progressive comme les taches, et, pendant le deuxième semestre, le nombre moyen par jour est quelque peu supérieur à la fréquence constatée dans le premier semestre; toutefois, même pour les protubérances, on peut dire qu'il y a diminution, bien qu'elle soit très petite en comparaison de la diminution des taches. En effet, la fréquence moyenne des protubérances a été de 11,0 en 1884 et de 9,9 en 1885, tandis que pour les taches on a 22,9 en 1884 et 14,6 en 1885. La hauteur maxima observée d'une protubérance a été de 160″ en juillet, 180″ en août, 168″ en septembre, 105″ en octobre, 90″ en novembre et 100″ en décembre.

» En juillet, nous avons trouvé 9 fois des protubérances, qui atteignaient ou dépassaient la hauteur de 100″. La plus grande protubérance observée pendant l'année 1885 a été celle du 30 janvier, qui arrivait à une hauteur de 318″. »

PHYSIQUE. — *Sur la propagation du son dans un tuyau cylindrique.* Note de MM. **Violle** et **Vautier**, présentée par M. Mascart.

« Au mois de septembre dernier, la municipalité de Grenoble ayant bien voulu mettre à notre disposition la conduite souterraine destinée à amener dans la ville les eaux de Rochefort, nous avons profité de cette occasion pour reprendre l'étude de la propagation du son dans un tuyau cylindrique, en considérant particulièrement les points omis ou laissés en litige par Regnault dans son beau travail sur ce sujet.

» La portion de la conduite que nous avons utilisée se compose de deux tuyaux parallèles de $0^{m},70$ de diamètre, présentant en ligne droite

une longueur L de $6^{km},375$ environ. Ces deux tuyaux pouvaient être employés isolément, ouverts ou fermés; on pouvait aussi les réunir à leurs extrémités par un coude demi-circulaire de même diamètre intérieur que les tuyaux et de $0^{m},70$ de rayon.

» M. Mascart avait eu la bonté de nous prêter les appareils qui avaient servi autrefois à Regnault. Nous les avons utilisés sans y changer autre chose que les membranes, que nous avons prises beaucoup plus minces et plus sensibles. Nous avons aussi employé avantageusement les tambours manométriques de M. Marey. Enfin l'oreille nous a permis diverses constatations.

» L'onde sonore a été produite au moyen de pistolets ou d'instruments de musique. Nous nous bornerons aujourd'hui à indiquer les principaux résultats obtenus avec le pistolet.

» Quand on tire un coup de pistolet à l'une des extrémités de la conduite, un observateur placé à cette extrémité entend un son qui se prolonge en paraissant s'éloigner et en présentant une série de roulements marqués. Au bout de $18^{s},6$ le son parvient au coude, où il présente les mêmes caractères, atténués : c'est, pour l'oreille, à l'intensité près, comme un train qui, arrivant brusquement par l'une des branches, s'engouffrerait dans l'autre. Après $37^{s},3$, le son a parcouru $12^{km},750$: il est encore très nettement perceptible à l'oreille, qui entend un bruit sourd et en apparence unique, semblable à celui d'une détonation lointaine en plein air; en même temps qu'on perçoit le son, on sent un fort coup de vent. Plus loin, cette poussée d'air est la seule chose que l'on perçoive : elle est encore parfaitement sensible après 50^{km}. L'énergie de la poussée est supérieure à celle de la plupart des sons musicaux que l'oreille perçoit sans peine, et cependant on n'entend plus absolument rien.

» Si l'on substitue à l'oreille un tambour à levier de M. Marey et qu'on inscrive les mouvements du levier en même temps que ceux d'un diapason chronométrique ($ut_3 = 256^{vd}$), on obtient pour chacune des distances 0, 2L, 4L, 6L la courbe des pressions de l'air. A la station de départ, la courbe monte brusquement jusqu'à une certaine hauteur, à partir de laquelle elle s'abaisse en présentant une série d'oscillations d'amplitude décroissante, et ce n'est qu'au bout de deux secondes environ que le calme est complètement rétabli au lieu de départ. A la distance 2L, la courbe, après s'être élevée rapidement à une certaine hauteur (sensiblement moindre qu'au départ), redescend, presque sans oscillations, et regagne

lentement le niveau primitif. Aux distances 4L et 6L, la courbe, tout en s'aplatissant de plus en plus, conserve le même aspect général, les oscillations disparaissant complètement.

» Ces faits sont d'accord avec ceux qu'a révélés l'oreille : l'ébranlement sonore se fond graduellemement en une seule onde sans action acoustique.

» Les graphiques se prêtent d'ailleurs à des mesures précises. On peut relever les temps au $\frac{1}{2560}$ de seconde et les pressions au $\frac{1}{10}$ de millimètre (au moyen d'expériences spéciales, on a déterminé en millimètres d'eau les pressions correspondant aux différents écarts du levier). On a trouvé ainsi :

Chemin parcouru.	Temps employé. (s)	Époque du maximum. (s)	Grandeur du maximum. (mm)	Longueur de l'onde. (s)
o..........	o	0,029	15,8	2,25
2L.........	T' = 37,259	T' + 0,188	6,6	2,8
4L.........	T'' = T' + 37,337	T'' + 0,305	1,8	3
6L.........	T''' = T'' + 37,383	T''' + 0,367	0,6	»

» On voit que le maximum recule à l'intérieur de l'onde, tandis que celle-ci progresse.

» La longueur totale de l'onde ne varie pas beaucoup : les chiffres inscrits au Tableau ne doivent être regardés que comme approximatifs, à cause de la difficulté de juger de la fin de l'onde.

» Les pressions décroissent sensiblement en progression géométrique, les chemins croissant en progression arithmétique. Si, en effet, on suppose que chaque parcours 2L (y compris la réflexion qui le termine) réduit la pression au $\frac{1}{3}$ de sa valeur, on a la série 16,2, 5,4, 1,8, 0,6, qui diffère peu des nombres observés, le premier de ces nombres 15,8 n'étant pas très sûr, et le deuxième 6,6 devant être multiplié par un coefficient $r < 1$. L'amplitude du mouvement vibratoire peut donc être représentée par $ae^{-\alpha x}$, le coefficient α différant peu de celui que donne l'équation $e^{-\alpha 12750} = \frac{1}{3}$, d'où

$$\alpha = 8,62 \,.\, 10^{-5}.$$

D'après MM. von Helmholtz et Kirchhoff, on doit avoir, en effet,

$$a' = ae^{-\alpha x},$$

α étant égal à $\gamma \frac{\sqrt{\pi n}}{ar}$, ce qui donne ici

$$\alpha = 8{,}31 \,.\, 10^{-4}.$$

L'affaiblissement observé (même accru de l'effet de la réflexion au bout du chemin 2L) est donc moindre que l'affaiblissement théorique dans un tuyau étroit.

» Si nous considérons enfin les temps employés par le front de l'onde à parcourir une première, une deuxième, une troisième fois le chemin 2L, nous pouvons les comparer aux temps mesurés dans les mêmes circonstances au chronographe Regnault, avec une membrane extrêmement sensible, à contact électrique. Nous avons ainsi

	Temps mesurés avec	
	le tambour à levier.	la membrane à contact.
Premier parcours..........	37^s,259	37^s,251
Deuxième parcours........	» 337	» 334
Troisième parcours........	» 383	» 384

» L'accord entre les nombres obtenus par les deux procédés montre que la grandeur et la disposition de la membrane flexible n'ont aucune influence appréciable, quand on emploie des membranes suffisamment sensibles. Il était dès lors probable que l'inertie de ces membranes était très faible. L'expérience directe a montré, en effet, que l'influence de l'inertie est, dans tous les cas, inférieure à 0^s,01 ; et comme, dans les mesures de temps, la différence des retards entre seule, la correction à effectuer est très petite. La vitesse de propagation paraît donc décroître en même temps que l'intensité. Nous reviendrons sur ce point dans une prochaine Communication. »

PHYSIQUE. — *Sur les variations des spectres d'absorption et des spectres d'émission par phosphorescence d'un même corps.* Note de M. **Henri Becquerel.**

« Des recherches en cours d'exécution, et dont j'ai présenté récemment un résumé à l'Académie, m'ont conduit à supposer que l'absorption de radiations par diverses substances était due à l'existence de mouvements

vibratoires synchrones des radiations absorbées, mouvements qui prendraient naissance sous l'influence de ces radiations, et qui auraient pour siège soit les molécules des corps, soit l'éther intermoléculaire. Dans certains corps, ces mouvements donneraient lieu à la phosphorescence ([1]).

» L'hypothèse que je viens de rappeler conduit à cette conséquence que, pour une même substance absorbante placée dans divers milieux dont l'élasticité intermoléculaire est différente, les mouvements vibratoires internes n'auront plus la même rapidité, et que, par suite, les spectres d'absorption, ainsi que les spectres de phosphorescence, sont différents. On peut même prévoir que la cause qui ralentit la propagation de la lumière à l'intérieur des divers milieux doit avoir, sur le temps des périodes des mouvements intermoléculaires, une influence du même ordre, et que, si l'on dissout dans divers liquides une même substance présentant des bandes d'absorption ou de phosphorescence, celles-ci correspondront à des mouvements d'autant plus lents, et par conséquent seront d'autant plus déplacées vers le rouge, que les indices de réfraction des dissolutions seront plus grands. On retrouve ainsi, *a priori*, une conclusion générale déduite expérimentalement de nombreuses observations par divers physiciens (Kraus, Preyer, Hagenbach, Morton, Claes, Kundt). J'ai vérifié la généralité du fait avec diverses substances dans des dissolvants variés. Toute altération chimique des substances donne lieu, dans les spectres, à des modifications dont on ne parlera pas dans cette Note.

» L'influence de la variation des indices de réfraction sur l'absorption est nettement mise en évidence dans les dissolutions différemment concentrées d'un même corps, et étudiées sous des épaisseurs variables, de manière à conserver aux bandes d'absorption toujours le même aspect. Ainsi, pour une dissolution concentrée d'azotate de didyme dans l'eau, dont l'indice de réfraction correspondant au milieu de la bande d'absorption la plus forte est $n = 1,4388$, la longueur d'onde moyenne de cette bande est $\lambda = 579$. Dans la même dissolution étendue d'eau, on a eu, pour la même bande, $n = 1,3454$ et $\lambda = 574,5$. On voit que, *pour les dissolutions différemment concentrées d'un même corps dans un même dissolvant, les bandes*

([1]) Une hypothèse analogue a été développée par M. E. Lommel, dans un très intéressant Mémoire, *Theorie der Absorption und Fluorescenz* (*Wiedemann's Annalen*, t. III, p. 251 ; 1878); mais les conclusions de l'auteur, relatives à divers liquides fluorescents, ne portent sur aucun des points traités dans la présente Note ; elles ont principalement pour but d'expliquer ses expériences contraires à la loi de Stokes, et qui n'ont pas été vérifiées depuis par d'autres physiciens.

d'absorption n'occupent pas la même place dans le spectre, lorsque l'indice de réfraction varie avec la concentration.

» Les considérations exposées plus haut s'appliquent aux milieux cristallisés. Dans un cristal biréfringent, donnant un spectre d'absorption, les deux rayons n'ont pas les mêmes indices de réfraction; le spectre d'absorption qui leur correspond doit donc être différent, et, à ce point de vue, tous les cristaux biréfringents sont polychroïtes. M. Bunsen a observé en 1866 que le spectre d'absorption obtenu au travers d'un cristal de sulfate de didyme varie légèrement lorsqu'on l'étudie dans la lumière polarisée, suivant diverses directions. M. Sorby a constaté depuis un fait analogue pour les zircons uranifères. A la suite d'un travail sur les relations entre l'absorption et la dispersion, M. Kundt avait émis l'idée que, dans les substances dichroïtes biréfringentes, les bandes d'absorption de celui des deux rayons qui a la plus grande dispersion devraient être, dans le spectre, plus près du rouge que pour l'autre rayon; l'observation n'est pas complètement d'accord avec ces vues, qui, pour les cristaux, ne reposaient sur aucune expérience directe. Les cristaux naturels dans lesquels on avait reconnu des bandes d'absorption sont la parisite, la monazite, diverses apatites, la scheelite, et divers zircons uranifères. A cette liste, on peut ajouter la leucophane, la mélinophane et la strontianite bacillaire d'Écosse, dans lesquelles j'ai constaté la présence du didyme. Les spectres d'absorption de ces dernières substances dans la lumière naturelle se composent de bandes très fines diversement groupées, correspondant aux longueurs d'onde suivantes :

Strontianite d'Écosse..	...	...	588	584,5	580,7	577,5	573,5	570,3	567
Leucophane..........	599	593	589,2	585,5	582	578,2	573,5	.....	528

» Si l'on fond la leucophane, le groupe de bandes fines est remplacé par des bandes diffuses.

» Lorsqu'on étudie les divers cristaux cités plus haut dans la lumière polarisée, on voit les spectres d'absorption changer avec l'orientation du cristal.

» Examinons d'abord les phénomènes que présentent les cristaux biréfringents à un axe. On peut citer comme type les spectres de la scheelite, dans laquelle M. Cossa avait signalé la présence du didyme. Les longueurs d'onde moyennes des bandes des spectres d'absorption du rayon ordinaire et du rayon extraordinaire sont les suivantes :

Rayon ordinaire.		593 (trace)	588,5 (trace)		585 (tr. forte)	579 (trace)		573,5 (tr. forte)
Rayon extraord^re.	596	593	588,5	586	585	579	578	573,5

» Les autres cristaux donnent des résultats du même ordre.

» On déduit des observations faites dans diverses directions que, *dans les cristaux à un axe, le spectre d'absorption observé dans une direction quelconque est formé par la superposition de deux séries de bandes correspondant chacune à chacune des directions principales d'élasticité du cristal.*

» Le spectre du rayon ordinaire donne l'une de ces séries de bandes qui constitue le *spectre ordinaire*. Pour le rayon extraordinaire, les bandes ne se déplacent pas lorsque l'indice varie avec la direction du rayon, mais le spectre est formé de la superposition, avec des intensités variables, des deux séries de bandes citées plus haut. Pour isoler complètement le *spectre extraordinaire,* je m'occupe en ce moment de faire tailler des cristaux dans des directions convenables. Dans la direction de l'axe les deux spectres apparaissent superposés et ne changent pas d'intensité lorsqu'on fait varier l'azimut du plan de polarisation de la lumière.

» Dans les cristaux à deux axes les phénomènes paraissent plus complexes, et l'on peut prévoir l'existence de trois spectres d'absorption correspondant aux trois axes d'élasticité.

» On pouvait s'attendre à trouver des variations analogues dans les phénomènes de phosphorescence que présentent les cristaux. Parmi les cristaux phosphorescents, où j'ai reconnu des changements dans les spectres d'absorption, on peut citer les sels d'uranyle, et, en particulier, le chlorure double d'uranyle et de potassium dont les variations, très remarquables, seront décrites dans un Mémoire ultérieur. L'expérience a montré que, dans la lumière polarisée, les spectres de phosphorescence des cristaux ne paraissent présenter aucun changement appréciable, et semblent les mêmes que dans la lumière naturelle. S'il y a plusieurs spectres de phosphorescence correspondant aux directions principales d'élasticité des cristaux, comme cela est probable, il n'a pas été possible de les séparer parce que les vibrations émises par phosphorescence ne sont plus polarisées.

» Les faits exposés dans cette Note donnent l'explication du phénomène suivant :

» Lorsqu'un corps absorbe ou émet des vibrations qui paraissent devoir être harmoniques, celles-ci sont affectées d'une perturbation qui tend à rapprocher entre elles les bandes d'absorption ou d'émission, à mesure qu'elles sont plus réfrangibles. En effet, pour le même corps, l'indice de réfraction variant régulièrement par le fait de la dispersion, chaque bande doit être déplacée de la position théorique qu'elle devrait occuper, et

d'autant plus transportée vers le rouge que l'indice de réfraction est plus grand. Les bandes successives doivent donc tendre à se resserrer du côté le plus réfrangible, comme le montre l'observation. Il est possible qu'une cause du même ordre intervienne pour déterminer les positions successives des raies d'émission des vapeurs incandescentes. »

CHIMIE. — *Sur les hydrates de l'acide hypophosphorique.* Note de M. **A. Joly**, présentée par M. Debray.

« Dans une précédente Communication (*Comptes rendus*, t. CI, p. 1058), j'ai dit qu'il était possible d'obtenir des cristaux d'acide hypophosphorique hydraté dont la composition correspond à la formule $PhO^4, 4HO$, mais j'ai dû me borner, faute de place, à une étude très sommaire de cet hydrate. Je me propose aujourd'hui de compléter cette étude et de signaler en outre la cristallisation de l'hydrate $PhO^4, 2HO$ ou $Ph^2O^8, 4HO$ qui, d'après la composition des sels connus de l'acide hypophosphorique, doit être considéré comme l'hydrate normal.

» I. Dans le vide sec, les cristaux de l'acide hypophosphorique

$$PhO^4, 4HO$$

perdent de l'eau, sans cependant s'effleurir, se liquéfient partiellement, puis se transforment peu à peu en petits cristaux qui, égouttés sur une plaque de porcelaine dégourdie, ont rigoureusement la composition de l'hydrate normal $PhO^4, 2HO$; car ils contiennent 77,8 pour 100 d'acide anhydre PhO^4 (calculé : 77,8).

» Les cristaux de l'acide quadrihydraté s'effleurissent déjà lorsqu'on les conserve, pendant quelques jours, sous une cloche sèche, à la pression de l'atmosphère.

» Ce nouvel hydrate fond vers 55° en un liquide incolore et transparent. Au contact d'une trace de la matière solide primitive, le liquide refroidi cristallise et la masse tout entière se solidifie. Ces changements d'état physique n'ont d'ailleurs fait subir à l'acide hypophosphorique aucune altération; sa dissolution donne avec le nitrate d'argent un précipité blanc qui ne noircit pas lorsqu'on porte le liquide à l'ébullition.

» Mais, à une température un peu plus élevée, vers 70°, l'acide hypophosphorique se dédouble brusquement avec un dégagement de chaleur considérable, en un mélange d'acide phosphoreux et d'acide métaphospho-

rique. J'insisterai ultérieurement sur les particularités de cette transformation qui présente un grand intérêt.

» L'acide $PhO^4, 2HO$ se manie difficilement au contact de l'air, car il attire rapidement l'humidité.

» II. L'étude de l'hydrate $PhO^4, 4HO$ est plus complexe que celle de l'hydrate normal ; il tend, d'une part, à se déshydrater, d'autre part, à se dédoubler spontanément en acides phosphorique et phosphoreux.

» Des cristaux bien secs de cet hydrate se sont liquéfiés à 62°-62°, 5 ; mais le liquide surfondu a laissé déposer par refroidissement de petits cristaux neigeux, qui constituent probablement l'hydrate normal. D'ailleurs le liquide surnageant ne se solidifiait plus entièrement au contact d'un cristal de l'hydrate primitif.

» Si l'hydrate a été maintenu pendant quelques jours sous une cloche sèche et s'est, par suite, très légèrement effleuri, la fusion commence à une température inférieure à 62° ; elle a lieu vers 55°, température de fusion de l'hydrate normal ; puis l'acide se dédouble peu à peu en eau et hydrate normal et la matière refroidie et solidifiée de nouveau commence à fondre à des températures de plus en plus basses (52°-50°,5-48°) ; ce n'est plus un phénomène de fusion que l'on observe, mais un dédoublement en eau et hydrate normal qui se dissout partiellement dans la petite quantité d'eau mise en liberté.

» III. Les cristaux de l'acide hypophosphorique et de son hydrate sont parfaitement stables lorsqu'on les conserve à l'abri de l'eau ; mais, au contact de ce liquide, et dans des conditions encore mal déterminées, l'acide hypophosphorique se dédouble assez rapidement en acide phosphorique et acide phosphoreux. Dans toutes les préparations que j'ai faites de cet acide, j'ai observé ce dédoublement et j'ai dû prendre, pour l'éviter, quelques précautions qui, tout en compliquant l'opération, en assurent le succès.

» Les premiers cristaux de l'hydrate $PhO^4, 4HO$ que j'ai obtenus s'étaient formés et rapidement développés dans un liquide dont la composition était voisine de $PhO^4 + 6HO$; dès qu'une dissolution sirupeuse d'acide hypophosphorique atteint cette composition, il convient d'en déterminer la cristallisation par l'introduction d'un cristal d'acide quadrihydraté, et, lorsque les cristaux se sont développés, c'est-à-dire au bout de quelques heures, il faut les séparer du liquide et les dessécher immédiatement sur une plaque de porcelaine dégourdie. Introduits alors dans un tube scellé, ils s'y conservent sans subir d'altération.

» En effet, si l'on maintient les cristaux au contact de leur eau-mère, dans le vide, on risque de les voir peu à peu disparaître, au sein d'un liquide sirupeux, dont la composition serait celle d'un hydrate $PhO^4, 3HO$; mais il est alors facile de s'assurer que le liquide s'est transformé presque complètement en un mélange des acides phosphorique $PhO^5, 3HO$ et phosphoreux $PhO^3, 3HO$.

» Toutes les fois que j'ai essayé de concentrer, dans le vide sec, une dissolution d'acide hypophosphorique au delà du terme $PhO^4, 4HO$, pour essayer de préparer directement l'hydrate normal, j'ai constaté ce dédoublement, et, lorsque le liquide ne renfermait plus que $3^{éq}$ d'eau, il était formé d'un mélange des acides phosphorique et phosphoreux; l'introduction d'un cristal d'acide phosphoreux en déterminait la solidification partielle. C'est probablement à cause de cette instabilité de l'acide hypophosphorique liquide, que M. Salzer n'a pu obtenir sa cristallisation, et, redoutant moi-même un tel insuccès, j'ai cherché de préférence à obtenir un hydrate supérieur, d'un maniement plus facile.

» J'ajouterai que, dans la préparation de l'acide hypophosphorique, en décomposant le sel de baryte par l'acide sulfurique étendu, j'ai soigneusement évité toute élévation de température. La réaction se fait à la température ordinaire, les lavages se font à l'eau froide, et je concentre immédiatement les liquides, si étendus qu'ils soient, dans le vide sec.

» J'évite également la présence de l'acide sulfurique libre, en ajoutant cet acide, par portions successives, à l'hypophosphate de baryte délayé dans une petite quantité d'eau, et j'ai soin de laisser dans la liqueur un petit excès de sel de baryte. Celui-ci se dépose en beaux cristaux, pendant l'évaporation des liqueurs, et la solubilité de ce sel est si faible dans l'acide hypophosphorique concentré, qu'il n'est plus possible de le déceler par l'addition d'acide sulfurique; on décante le liquide acide avant de le faire cristalliser.

» L'acide hypophosphorique est donc aussi nettement défini par ses hydrates cristallisés que les acides phosphorique et phosphoreux; à l'état solide, il est aussi stable que ceux-ci. Il est même, par la facilité avec laquelle on obtient des sels magnifiquement cristallisés et inaltérables, mieux caractérisé que l'acide phosphoreux. »

CHIMIE. — *Sur la solubilité du sulfate de cuivre en présence du sulfate ammonique*. Note de M. **R. Engel**, présentée par M. Friedel.

« On ne connaît pas les lois suivant lesquelles varie, à une température donnée, la solubilité d'un sel en présence de quantités variables d'un autre sel.

» Le problème est d'ailleurs complexe. L'un des cas qui peuvent se présenter est celui où les deux sels, mis en présence, se combinent pour former un sel double. J'ai déjà étudié à ce point de vue les variations de solubilité du bicarbonate de magnésie, en présence du bicarbonate de potasse (*Comptes rendus*, n° 19, p. 1224; 1885). Mais la faible solubilité du carbonate de magnésie dans l'eau chargée d'acide carbonique ne m'a permis de suivre la marche du phénomène qu'entre des limites peu étendues.

» L'influence du sulfate ammonique sur la solubilité du sulfate de cuivre, avec lequel il forme un sel double, molécule à molécule, laisse à l'observation une marge plus grande.

» Les expériences ont été faites de la manière suivante : on installe deux flacons, de 2^{lit} environ, dans de la glace fondante, et on les remplit aux trois quarts d'une solution saturée, à 0°, de sulfate double de cuivre et d'ammoniaque. Un panier de platine, renfermant du sel double, plonge dans la partie supérieure du liquide, qu'un courant d'air lent agite d'une manière continue. La saturation du liquide est donc constamment assurée. Après vingt-quatre heures, on ajoute dans l'un des flacons (A) 20^{cc} à 30^{cc} d'une solution saturée de sulfate ammonique, dans l'autre (B), 40^{cc} à 50^{cc} d'une solution saturée de sulfate de cuivre. Après vingt-quatre heures, on prélève une prise d'essai, dont on prend la densité, et dans laquelle on dose le cuivre et l'ammoniaque. On abandonne la solution à elle-même, toujours en présence du sel double, pendant vingt-quatre heures de plus, et l'on prélève une seconde prise d'essai. On ne considère les résultats de l'analyse comme exacts et représentant la limite de la réaction que lorsqu'ils sont restés les mêmes pendant quarante-huit heures, car il est rare que l'équilibre soit obtenu en moins de vingt-quatre heures. On ajoute alors respectivement dans chacun des flacons A et B une nouvelle quantité de sulfate de cuivre et de sulfate d'ammoniaque, et on analyse le nouveau liquide. On obtient ainsi deux nouveaux points de la courbe, et ainsi de suite.

» Comme on le voit, ces expériences sont fort laborieuses, ce qui explique que la question, qu'elles ont pour but d'élucider, n'a pas encore été l'objet d'études suivies.

» Les résultats obtenus sont résumés dans le Tableau ci-dessous. La colonne I renferme un numéro d'ordre, la colonne II les quantités d'acide sulfurique, titré normal, qui correspondent à l'ammoniaque du sulfate ammonique, contenu dans 10^{cc} du liquide soumis à l'analyse, les chiffres représentent donc des demi-molécules de sulfate ammonique; la colonne III donne également, en demi-molécules, la quantité de sulfate de cuivre dans le même volume, 10^{cc} de la liqueur; dans la colonne IV se trouvent les quantités de sulfate de cuivre calculées à l'aide de la formule que j'indique plus loin; enfin, dans la colonne V se trouvent les densités.

» J'ai déterminé également la solubilité du sulfate de cuivre à 0° et l'ai trouvée égale à $14^{gr},92$ de sulfate anhydre pour 100 parties d'eau. Les ouvrages indiquent que 100 parties d'eau dissolvent à 0° 17^{gr} de sulfate de cuivre anhydre.

» M. Diacon a déjà fait remarquer l'inexactitude de ce chiffre et a trouvé 14,99, donnée qui se confond, pour ainsi dire, avec le nombre que j'ai trouvé.

		SO^4Cu.		
	$SO^4(AzH^4)^2$.	Trouvé.	Calculé.	Densité.
I.	II.	III.	IV.	V.
1.......	5,45	20,15	18,90	11,90
2.......	5,6	19,2	17,47	11,71
3.......	7	10,5	10,605	11,08
4.......	7,4	9,1	9,365	10,99
5.......	7,8	7,8	8,326	10,91
6.......	8,45	6,425	6,96	10,815
7.......	8,7	6,15	6,521	10,81
8.......	11,35	3,7	3,598	10,71
9.......	13,7	2,7	2,362	10,71
10.......	18,6	1,1775	1,192	10,82
11.......	31,2	1	0,9067	11,16

» Ainsi des quantités croissantes de sulfate ammonique précipitent du sulfate de cuivre à l'état de sel double. Aussi, lorsqu'on abandonne à 0° du sulfate double de cuivre et d'ammoniaque dans une solution saturée de sulfate d'ammoniaque, et cela pendant plusieurs jours, la liqueur reste incolore ou prend une teinte bleue à peine visible. La somme des molécules

des deux sels n'est pas minima lorsqu'il se dissout autant de sulfate d'ammoniaque que de sulfate de cuivre; ce n'est que pour une quantité plus forte de sulfate ammonique que le minimum de la somme des molécules en solution est atteint. Enfin on voit encore, par l'examen des chiffres contenus dans ce Tableau, que le sulfate d'ammoniaque n'agit pas sur le sulfate de cuivre, à partir du point où il se dissout autant de sulfate de cuivre que de sulfate ammonique, comme le sulfate de cuivre agit sur le sulfate ammonique à partir du même point.

» En cherchant à formuler la loi du phénomène, j'ai trouvé que les quantités de sulfate ammonique variant suivant une progression géométrique croissante, les quantités de sulfate de cuivre varient suivant une progression géométrique décroissante. La courbe peut donc être représentée par une équation de la forme $m \log y = \log k - \log x$, dans laquelle y est la quantité de sulfate de cuivre, x la quantité de sulfate ammonique, m et k des constantes qui ont été déterminées à l'aide des expériences 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 et 9 et trouvées $m = 0,438$ $\log k = 1,295460$.

» Si l'on compare les chiffres obtenus par l'expérience avec ceux que donne le calcul, on constate des différences qui dépassent les erreurs expérimentales possibles. En traçant les deux courbes, on voit que la courbe calculée coupe deux fois la courbe expérimentale. Ce résultat est dû sans doute à la variation de la quantité d'eau contenue dans les 10^{cc} du liquide sur lesquels l'analyse a été faite. Si, au lieu de considérer les quantités de sels contenus dans un volume déterminé, on calcule celles que dissout un même poids d'eau, on n'obtient pas de résultats plus satisfaisants; ce qui se conçoit également, car la quantité de l'un des sels en solution est à la fois fonction de la quantité de l'autre, de la quantité d'eau et du volume dans lequel se meuvent les molécules. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques combinaisons de l'acétamide avec les chlorures métalliques*. Note de M. G. **André**, présentée par M. Berthelot.

« L'acétamide, fondue dans une petite capsule, dissout facilement un grand nombre de chlorures, bromures et iodures anhydres; mais la difficulté qu'on éprouve à séparer les cristaux qui se forment par refroidissement de l'excès d'acétamide qui les entoure m'a fait employer la solution d'acétamide dans l'alcool absolu.

» I. *Chlorure cuivrique*. — A 10^{gr} d'acétamide dissoute dans 40^{cc} environ

d'alcool absolu, on ajoute peu à peu et en chauffant légèrement du chlorure cuivrique séché à 120° à l'étuve, en ayant soin de ne pas trop dépasser cette température pour que le chlorure ne devienne pas basique. On filtre cette solution et on l'évapore dans le vide. Il se dépose après quelques heures des mamelons verts, de consistance molle, qui, débarrassés du liquide qui les imbibe, seront lavés à l'alcool absolu, puis concassés, exprimés dans du papier et séchés dans le vide. Sans ces précautions, ces cristaux peuvent retenir un peu d'alcool.

» L'analyse conduit à la formule

$$C^4H^5AzO^2CuCl.$$

	Trouvé.	Calculé.
C	18,80	19,01
H	4,18	3,96
Az	10,94	11,09
Cu	24,92	25,11
Cl	27,93	28,12

» L'addition d'éther favorise la précipitation des cristaux, lesquels ont la même composition que celle que je viens de donner; de plus, on peut remplacer dans la préparation de ce composé le chlorure de cuivre desséché par le chlorure cristallisé : la combinaison est encore anhydre.

» Chauffé au bain d'huile dans un courant d'hydrogène, ce composé s'altère peu à peu : vers 100° il change de couleur et devient vert clair à mesure que l'acétamide se sublime. Maintenu longtemps à 130°, il noircit et dégage une odeur acétique; vers 150° il fond en un liquide noir qui reste visqueux après refroidissement et ne se dissout dans l'eau qu'en laissant un précipité brun.

» II. *Chlorure de cadmium.* — J'ai procédé avec ce chlorure desséché comme avec le précédent. Le dépôt finement cristallisé, dont le rendement est faible, a pour formule $C^4H^5AzO^2$, CdCl.

	Trouvé.	Calculé.
C	15,81	15,94
H	3,56	3,32
Az	9,01	9,30
Cd	36,58	37,20
Cl	23,35	23,58

» III. *Bichlorure de mercure.* — Une préparation semblable effectuée avec HgCl donne des produits cristallisés de composition souvent variable.

Aussi est-il nécessaire, à la liqueur refroidie, d'ajouter de l'éther jusqu'à ce que le liquide devienne légèrement opalescent. On abandonne ensuite la solution ainsi traitée sous une cloche à acide sulfurique. Le composé qui prend alors naissance possède une composition toujours identique; il faut le laver à l'alcool absolu et le sécher dans le vide. Une colonne de cuivre suffisamment longue ($0^m,25$) et peu chauffée à la partie antérieure permet d'arrêter le mercure pendant la combustion. Le chlore a été dosé après séparation du mercure par HS et destruction de l'excès de ce dernier gaz à l'aide de sulfate de peroxyde de fer. La formule est la suivante : $C^4H^5AzO^2, 2HgCl$.

	Trouvé.	Calculé.
C....................	7,15	7,27
H....................	1,64	1,51
Az....................	4,26	4,24
Hg....................	60,79	60,60
Cl....................	21,53	21,51

» Chauffé, ce corps fond à 125° en un liquide légèrement jaune avec une très faible sublimation d'acétamide; au delà de cette température, il noircit en se décomposant.

» J'ai encore obtenu, en solution alcoolique seule, un composé de la formule $3C^4H^5AzO^2, 2HgCl$, mais je n'ai pu reproduire une seconde fois un semblable corps.

» Le protochlorure de mercure Hg^2Cl est très peu soluble dans une solution d'acétamide dans l'alcool et ne paraît pas entrer en combinaison dans ces conditions.

» IV. *Chlorures de nickel et de cobalt.* — En employant une solution alcoolique d'acétamide et en y ajoutant peu à peu ces deux chlorures cristallisés, on obtient un liquide vert avec le nickel et bleu foncé avec le cobalt. Si l'on évapore ces solutions dans le vide, elles cristallisent, quoique difficilement, au bout de plusieurs jours, en donnant un enchevêtrement de cristaux souillés d'un excès d'acétamide. Il faut alors dissoudre le tout dans l'alcool et ajouter au liquide $\frac{1}{5}$ environ de son volume d'éther, puis abandonner sous une cloche sur de la chaux vive. Il se produit à la longue avec le nickel un précipité cristallin vert fortement adhérent aux parois du vase, et avec le cobalt un précipité bleu très dur. On doit laver ces cristaux à l'alcool, les concasser, les sécher sur du papier, puis les exposer dans le vide.

» L'analyse, après ces traitements, assigne à ces deux corps la formule

$NiCl, 2C^4H^5AzO^2, 2HO$ et $CoCl, 2C^4H^5AzO^2, 2HO$: les chlorures ont retenu une partie de leur eau de cristallisation. Le composé cobaltique, avide d'humidité, peut être déshydraté. Il fond vers 62° ; en le maintenant pendant deux heures à 110°-115° dans un courant lent d'hydrogène, on lui enlève à peu près complètement son eau et des traces seulement d'acétamide, ainsi que je l'ai vérifié par l'analyse.

» Tous les composés que je viens de décrire ne semblent être que des corps d'addition analogues à ceux que forme l'ammoniaque avec les chlorures de cuivre et de cadmium; l'acétamide se juxtapose au chlorure et n'exerce sur celui-ci aucune action réductrice spéciale, telle que celle, par exemple, qu'exerce l'urée sulfurée sur le chlorure cuivrique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'iodaldéhyde.* Note de M. **P. Chautard.**

« L'iodaldéhyde, qui n'a pas été obtenue jusqu'ici à l'état de pureté, prend naissance dans l'action directe de l'iode sur l'aldéhyde; mais on ne peut utiliser cette réaction pour la préparer, car il est impossible de la séparer sans décomposition de l'iode ou de l'aldéhyde en excès.

» On en obtient, au contraire, de grandes quantités avec la plus grande facilité quand on fait agir sur l'aldéhyde en solution dans l'eau, non plus l'iode, mais un mélange d'iode et d'acide iodique dans les proportions de la formule

$$5(C^2H^4O) + 4I + IO^3H = 5(C^2H^3IO) + 3H^2O.$$

» *Préparation.*— On introduit dans un matras de 2lit 50gr d'iode, 20gr d'acide iodique cristallisé et 150cc d'une solution aqueuse d'aldéhyde à 30 pour 100; le mélange se fait sans dégagement de chaleur. Le matras est fermé, puis abandonné à la température ambiante. On observe bientôt sur les parois et le fond du vase la production de stries huileuses qui augmentent lentement, tandis que l'iode se dissout.

» Au bout d'un temps variable, mais qui n'excède pas trois ou quatre jours en été et huit jours en hiver, l'iode a complètement disparu et l'opération est terminée. La masse est homogène le plus souvent, parce que l'iodaldéhyde se dissout dans l'eau à la faveur d'un léger excès d'aldéhyde libre; on y ajoute un demi-litre d'eau environ. Le liquide se divise alors nettement en deux couches inégalement denses que l'on sépare au moyen d'un entonnoir à robinet. La couche supérieure, aqueuse, qui retient une partie du produit est peu colorée; la couche inférieure, très foncée, est exclusivement formée par l'iodaldéhyde. Le rendement est théorique.

Pour débarrasser le corps ainsi obtenu de l'iode qu'il retient, on agite sa solution éthérée avec du mercure bien pur; il se fait de l'iodure rouge de mercure. On chasse l'éther et l'on obtient un liquide sensiblement incolore, qui entraîne souvent une petite

quantité d'iodure métallique, et qu'on dessèche en l'abandonnant pendant quelques heures dans le vide, sur de l'acide sulfurique.

» Le corps ainsi purifié a donné à l'analyse les nombres suivants :

	Trouvé.			Calculé pour
	I.	II.	III.	C^2H^3IO.
C..........	13,98	»	»	14,03
H..........	1,9	»	»	2,33
I..........	»	75,02	75,98	74,26
O..........	»	»	»	9,35

» Si, au lieu de traiter par le mélange iodique l'aldéhyde étendue, on opère sur de l'aldéhyde pure; il se fait un dégagement de chaleur considérable, et l'on obtient une matière résineuse formée vraisemblablement de produits de polymérisation, qu'on n'a pas encore étudiée. Si l'on emploie de l'aldéhyde plus étendue que je ne l'indique, la réaction n'est pas modifiée, mais seulement retardée.

» Enfin, si l'on chauffe le mélange au bain-marie, la réaction s'effectue en quelques heures.

» *Propriétés et réactions.* — L'iodaldéhyde ou aldéhyde mono-iodée, isomérique avec l'iodure d'acétyle, est un liquide limpide, de consistance huileuse, volatil, non inflammable, incolore, mais noircissant rapidement à la lumière. Une température de 80° suffit pour la décomposer; elle n'a pu être distillée sans altération même sous une pression de $0^m,02$. Cependant, on peut chauffer impunément ses dissolutions à une température élevée. Un froid de 20° ne la solidifie pas.

» C'est un caustique énergique; ses vapeurs attaquent si énergiquement les yeux et les organes respiratoires qu'on ne peut le manipuler qu'en plein air. Sa densité est 2,14 à 20°.

» L'iodaldéhyde est soluble en toutes proportions dans l'alcool, l'éther, la benzine, le chloroforme et le sulfure de carbone. L'eau en dissout une certaine quantité à froid, et ne paraît pas la décomposer, même à la longue.

» En aucun cas, je n'ai observé la formation d'un hydrate.

» Le bisulfite de soude et l'aldéhyde mono-iodée se combinent avec dégagement de chaleur et donnent naissance à une combinaison cristallisée.

» La potasse et la soude, à quelque dilution qu'on les emploie, transforment rapidement l'aldéhyde en iodoforme.

» L'action de l'ammoniaque est complexe. Avec la solution ammoniacale aqueuse, on obtient à volonté, à la température ordinaire, en variant les proportions, les différents termes de la série des oxaldines.

» L'oxytrialdine $C^6H^{11}AzO$ et l'oxypentaldine $C^{10}H^{13}AzO$ se produisent le plus facilement. Cette dernière base s'obtient très aisément en faisant réagir à la température ordinaire l'iode et l'acide iodique sur l'aldéhydate d'ammoniaque.

» L'action de l'ammoniaque sèche sur l'iodaldéhyde en solution alcoolique ou éthérée est différente, mais n'est pas encore élucidée. Les acides, même étendus, décomposent instantanément l'iodaldéhyde.

» Le chlore et le brome mettent l'iode en liberté, en donnant naissance d'abord aux produits chlorés et bromés de l'aldéhyde, puis à des matières résineuses.

» L'hydrogène naissant régénère l'aldéhyde.

» Les ammoniaques composées se combinent facilement avec l'aldéhyde mono-iodée. L'aniline donne le corps $CH^3-CH(C^6H^5AzH)^2$; la toluidine et d'autres amines donnent des combinaisons analogues.

» Quand on ajoute à une solution d'iodaldéhyde dans l'éther absolu, du cyanure de potassium sec, en poudre, le mélange s'échauffe sensiblement et il se forme de l'iodure de potassium; on chauffe quelques heures pour achever la réaction, puis on chasse l'éther. Si l'on soumet le résidu à la distillation, on recueille aux environs de 100° un beau liquide incolore, légèrement huileux, doué d'une forte odeur de noisette, dont les vapeurs causent de violents maux de tête : c'est la cyanaldéhyde $CH^2-CAz-COH$, isomérique avec le cyanure d'acétyle.

» Ce corps paraît donner des dérivés intéressants; j'en fais actuellement une étude dont j'aurai l'honneur de communiquer ultérieurement les résultats à l'Académie. »

ZOOLOGIE. — *Sur les granules amylacés du cytosome des Grégarines.* Note de M. E. **Maupas**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Ainsi que je l'ai dit dans ma Note sur le glycogène des Ciliés, Bütschli a publié tout récemment un travail fort intéressant sur les granules, dont nous allons nous occuper dans la présente Note. Pour le savant allemand, la substance de ces corpuscules se rapprocherait surtout du glycogène, et il propose de la désigner par le nom de *paraglycogène*.

» Depuis longtemps déjà, mes observations, à l'aide du chlorure de zinc iodé, m'avaient persuadé que ces granules appartenaient au groupe des hydrates de carbone de la série amylacée, et, au printemps dernier, j'avais

entrepris d'assez longues recherches en vue de déterminer exactement leur place précise dans cette série. Mon travail était déjà assez avancé lorsque je fus obligé de le suspendre, la saison sèche de l'été ne me permettant pas de me procurer aisément les matériaux d'étude. Je me proposais de le reprendre et de l'achever prochainement, lorsque j'ai été devancé par la publication de l'éminent micrographe allemand. Bien que mes observations ne soient que la confirmation des siennes, je les publie cependant, parce qu'elles les complètent et les rectifient sur quelques points d'un intérêt assez important.

» Ces granules existent dans le cytosome de toutes les Grégarines, sans aucune exception. On les retrouve également chez quelques Infusoires ciliés (*Nycotherus* et *Balantidium*) qui, comme les Grégarines, mènent une vie parasitaire, à l'intérieur de l'intestin de leurs hôtes.

» Leurs dimensions sont très diverses. J'en ai mesuré dont le plus grand diamètre égalait depuis 1μ ou 2μ jusqu'à 20μ. Leurs formes sont également fort différentes : tantôt ovales aplaties, tantôt sphériques, tantôt en disques, tantôt plus ou moins irrégulières. Malgré cette variabilité, chaque espèce de Grégarine ou d'Infusoire en possède cependant une forme caractéristique et spécifique. Les gros granules, arrivés à leur accroissement complet, en effet, se présentent toujours avec une forme et des dimensions semblables, spéciales à chaque espèce. Aussi suis-je persuadé que, dans les cas où la détermination des espèces de Grégarine est difficile (par exemple, les Grégarines des Lombrics), les gros corpuscules amylacés, que j'appelle *caractéristiques*, pourront fournir un excellent critérium spécifique.

» Parmi les granules de grande taille, on en trouve assez fréquemment dont la masse est différenciée en couches concentriques, semblables à celles de l'amidon végétal. Cette stratification devient surtout apparente après le gonflement artificiel des granules et leur coloration par l'iode.

» Examinés à la lumière polarisée, les nicols croisés, ils montrent tous une croix de polarisation semblable à celle de l'amidon végétal. Avec les corpuscules de grande taille, cette croix apparaît déjà très nettement à la lumière diffuse; mais, quand on veut la voir sur ceux de moyenne et de petite taille, il faut recevoir les rayons solaires directement sur le miroir du microscope. La croix de polarisation devient alors très nette, même avec les granules ne mesurant que 2μ.

» Frenzel affirme que, placés dans le chlorure de sodium à 10 pour 100, ils s'y altèrent et finissent par s'y dissoudre. J'en ai tenu pendant deux à

trois jours dans cette solution, sans leur voir éprouver la moindre modification. Ils avaient encore conservé toutes leurs propriétés optiques.

Traités par l'iode ([1]), ils se colorent en jaune brunâtre; ajoute-t-on alors à la préparation de l'acide sulfurique à 40 pour 100, on les voit se gonfler en se distendant et se plissant de façons fort diverses, en même temps la coloration devient d'un joli violet lilas. Pour bien observer cette réaction, et toutes les autres d'ailleurs, il faut, bien entendu, avoir soin d'écraser préalablement les Grégarines ou les Infusoires, afin de mettre les granules en liberté.

» L'acide sulfurique et les autres acides minéraux concentrés les attaquent rapidement et les dissolvent sans en laisser de trace.

» Les alcalis, concentrés ou non, les distendent et les gonflent si fortement qu'ils en deviennent invisibles; mais, après lavage à l'eau distillée, ils reparaissent en se dégonflant un peu, et la solution ioduro-iodée les colore en violet lilas.

» Parfaitement insolubles dans l'eau froide, ils le sont au contraire beaucoup dans l'eau chaude. Sur la platine chauffante, on les voit vers 40° C. se distendre et se gonfler, comme sous l'action de l'acide sulfurique étendu. Arrête-t-on là le chauffage et ajoute-t-on une goutte de la solution iodée, ils se colorent en violet lilas. Continue-t-on, au contraire, le chauffage, on ne tarde pas à les voir se dissoudre et disparaître. Le degré de chaleur auquel cette dissolution s'effectue peut varier un peu d'une espèce à l'autre. Je l'ai toujours vu compris entre 45° et 60° C.

» Cette solution dans l'eau chaude jouit d'un pouvoir réducteur assez élevé sur les liqueurs cupropotassiques. En effet, mélangée avec la liqueur de Fehling et portée à l'ébullition, elle détermine immédiatement un abondant précipité de sous-oxyde de cuivre.

» J'ai mis de ces granules dans un tube avec de la diastase et les ai chauffés pendant une heure à la température de 20°. Les granules avaient disparu et la solution réduisit énergiquement la liqueur de Fehling. Mais je ne saurais affirmer qu'il se fût formé du glucose, puis la solution à l'eau chaude pure jouit du même pouvoir réducteur. Pour avoir une preuve rigoureuse de leur transformation en sucre, il eût fallu faire fermenter la

---

([1]) Dans ces recherches, ainsi que dans celles sur le glycogène, je me suis toujours servi de la solution ioduro-iodée que voici : eau 100^{gr}, iodure de potassium $0^{gr},15$, iode, des cristaux à saturation. Cette solution constitue un excellent réactif pour tuer et fixer les Infusoires.

solution diastasique. Je n'ai pas eu assez de matériaux pour réaliser cette expérience.

» De l'ensemble de ces observations, il est évidemment incontestable que la substance composante de ces granules appartient à la série amylacée; mais je crois que, dans cette série, on doit plutôt la rapprocher de l'amidon que du glycogène. En effet, la coloration par l'iode en jaune brunâtre, puis en violet lilas après gonflement, se retrouve absolument identique chez l'amidon des Floridées. Le glycogène ne se rencontre jamais en capsules solides, insolubles dans l'eau froide, ayant des formes spécifiques et jouissant de propriétés polarisantes. Tous les amidons végétaux, au contraire, sont doués de ces propriétés et sont plus ou moins solubles dans l'eau chaude. Le glycogène, enfin, ne réduit pas la liqueur cupropotassique, tandis que l'amidon soluble est réducteur. Je crois donc qu'on devra remplacer la dénomination de paraglycogène, proposée par Bütschli, par celle de *zooamylum* qui, en précisant mieux la parenté chimique de ces granules, indique leur origine animale.

» Au point de vue chimique, ce zooamylum offre un grand intérêt, puisqu'il nous montre une substance amylacée réductrice des liqueurs cupropotassiques, sans qu'on puisse la soupçonner d'un mélange avec du glucose.

» Au point de vue de la physiologie cellulaire générale, leur mode de formation n'est pas moins intéressant. En effet, ces granules amylacés, avec leurs formes solides si bien définies et si spécialisées, prennent naissance au sein de la masse sarcodique, sans l'intermédiaire d'organes particuliers, comparables aux amyloplastes des végétaux. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *L'action chlorophyllienne dans l'obscurité ultra-violette*. Note de MM. **G. Bonnier** et **L. Mangin**, présentée par M. Duchartre [1].

« On enseigne habituellement que l'action chlorophyllienne, c'est-à-dire l'absorption d'acide carbonique et l'émission d'oxygène qui se produisent dans les tissus vivants à chlorophylle, n'a lieu que sous l'influence de la lumière.

---

[1] Ce travail a été fait au laboratoire des Recherches botaniques de l'École Normale supérieure.

» Par lumière, on entend l'ensemble des radiations perceptibles pour l'œil. On admet que les radiations qui seules provoquent la fonction chlorophyllienne sont comprises entre les deux radiations, de réfrangibilité déterminée, qui limitent la partie visible du spectre; et l'on sait, par des travaux récents, que ce sont seulement les radiations absorbées qui agissent, c'est-à-dire celles qui correspondent aux bandes d'absorption de la chlorophylle.

» Mais il faut remarquer que la définition des radiations lumineuses est purement subjective et que les limites de la partie visible du spectre peuvent varier sensiblement pour des individus différents. En outre, on ne saurait entrevoir aucune relation entre les propriétés des radiations qui, transmissibles à travers l'œil, impressionnent la rétine et les radiations qui provoquent chez les plantes vertes la fonction chlorophyllienne. La concordance entre les limites qui comprennent les radiations utiles dans ces deux phénomènes semble donc improbable.

» D'ailleurs, l'une des principales bandes d'absorption de la chlorophylle se trouve précisément coupée par la limite du spectre visible, du côté des rayons les plus réfrangibles, de telle sorte qu'une partie seulement de cette bande d'absorption se trouve comprise dans le spectre visible, tandis que l'autre partie est située dans l'obscurité, au delà des radiations violettes extrêmes. Or les radiations qui correspondent à cette seconde partie de la bande sont invisibles pour notre œil, et cependant il n'y a aucune raison pour qu'elles n'agissent pas comme les autres sur l'action chlorophyllienne, puisqu'elles sont absorbées par la chlorophylle.

» Ces diverses raisons nous ont conduit à chercher si l'action chlorophyllienne qu'on peut maintenant mettre en évidence dans la région la plus réfrangible du spectre ([1]), où l'on prévoyait qu'elle doit avoir lieu, ne se produit pas aussi dans l'obscurité ultra-violette, là où l'on n'avait jamais soupçonné son existence.

» La plus grande difficulté qu'on rencontre dans ces recherches est due au phénomène respiratoire qui se manifeste en même temps que l'action chlorophyllienne et vient en masquer les effets. Or, comme la respiration est relativement intense sous l'influence de ces radiations très réfrangibles, il se trouve que la résultante totale des échanges gazeux est dans un sens opposé à l'échange chlorophyllien, de telle sorte que, même si l'action chlorophyllienne se produit, on ne constate, en somme, qu'une absorption

---

([1]) Nous publierons prochainement des expériences sur cette question.

d'oxygène et une émission d'acide carbonique; autrement dit, cette action est, en apparence, annulée par la respiration.

» Nous avons démontré, dans nos recherches sur la respiration, que le rapport du volume de l'acide carbonique émis au volume d'oxygène absorbé est indépendant de la nature des radiations que reçoit la plante; l'action chlorophyllienne, au contraire, est sous l'influence immédiate de ces radiations. Si donc on choisit une plante déterminée, à un moment où le rapport $\frac{CO^2}{O}$ est plus petit que l'unité, ce rapport devra rester invariable, quelles que soient les radiations reçues par la plante, si la respiration seule se manifeste. Au contraire, dans le cas où l'action chlorophyllienne vient se superposer au phénomène respiratoire, ce rapport des gaz échangés, qui exprime alors la résultante des deux phénomènes, inverses l'un de l'autre, sera modifié. On peut calculer facilement que, dans ce cas, le rapport doit augmenter lorsque l'action chlorophyllienne se manifeste.

» Par conséquent, en mettant des plantes dans l'obscurité infra-rouge extrême (obscurité ordinaire), puis dans l'obscurité ultra-violette, deux choses peuvent se produire : si le rapport reste invariable, c'est que l'action chlorophyllienne n'existe pas; si le rapport s'élève d'une manière sensible, c'est que les radiations ultra-violettes provoquent la décomposition de l'acide carbonique.

» Les appareils qui nous ont servi pour chercher la solution de cette question sont les mêmes que ceux que nous avons employés dans nos recherches sur la respiration et sur l'action chlorophyllienne; seulement le récipient en verre entourant les plantes était remplacé par un récipient dont les parois, non transparentes pour la lumière, ne laissaient passer que les radiations ultra-violettes; c'était, soit du verre violet obscur tel que celui dont on se sert dans les études de florescence, soit du verre argenté. Citons quelques résultats.

	Rapport du volume de l'acide carbonique émis au volume de l'oxygène absorbé	
Espèces étudiées et date des expériences.	à l'obscurité ordinaire.	à l'obscurité ultra-violette.
Picea excelsa (2 mars)	0,73	1,05
Sarothamnus scoparius (3 mars)	0,66	0,84
Pinus silvestris (21 mars)	0,85	0,99
Erica cinerea (14 mars)	0,81	0,99
Ilex aquifolium (10 mars)	0,76	0,96

» Les expériences faites en juillet sur le *Picea excelsa*, le *Nicotiana Tabacum*, etc., ont donné des différences encore plus grandes.

» On voit, par ces quelques exemples, que le rapport augmente toujours d'une manière très notable quand la plante passe de l'obscurité ordinaire aux radiations ultra-violettes.

» L'action chlorophyllienne existe donc dans cette région, où elle se trouve masquée par la respiration, comme sous l'influence des radiations lumineuses les plus réfrangibles. On peut donc conclure de ces expériences que :

» *L'action chlorophyllienne se produit dans l'obscurité ultra-violette.* »

GÉOLOGIE. — *Constatation de l'existence du terrain glaciaire dans l'Afrique équatoriale.* Note de M. **Chaper**, présentée par M. Fouqué.

« Le territoire d'Assinie, situé sur la côte occidentale d'Afrique (côte d'Or), par 5° de latitude nord, et coupé en son milieu par le 5e degré de longitude ouest, est sous le protectorat de la France depuis plus de deux siècles; il occupe une étendue de côtes d'environ 60km, et est contigu à l'ouest au territoire de Grand Bassam, qui est également une possession française.

» Le cordon littoral bas et étroit qui forme le rivage de la mer forme la rive gauche du grand courant dirigé est-ouest qui longe toute la côte d'Afrique depuis le cap des Palmes jusqu'à la baie de Bénine, avec des vitesses allant jusqu'à 3 nœuds. Ce cordon, exclusivement composé de sable quartzeux, masque complètement le contour vrai, le rivage orographique du continent africain, dans lequel se découpent de profondes échancrures; celle qu'occupe la lagune d'Assinie a plus de 40km de profondeur.

» J'ai eu l'occasion de traverser dans plusieurs sens ce territoire et cette lagune pour y faire des recherches qui m'ont amené à en étudier la constitution géologique. De nombreuses fouilles, quelques dragages en rivière, l'examen des ravins et des berges des cours d'eau, m'ont amené aux résultats suivants :

« Les roches anciennes cristallines sont rares; l'observation directe est confirmée sous ce rapport par le prix qu'attachent les nègres aux fragments « venant de loin » qu'ils peuvent se procurer et qu'ils utilisent pour la trituration de certains aliments. Je n'en ai trouvé qu'aux

chutes de la rivière de Kinndjabo, à Aboisso. Le barrage est formé d'une granulite à mica noir contenant beaucoup d'épidote. Cette roche pince dans un pli un grès ancien contenant également beaucoup d'épidote et d'amphibole.

» Les roches qui paraissent suivre celle-ci sont des schistes sédimentaires très feuilletés, micacés, métamorphiques, à grain très fin, et peu consistants.

» Ils sont surmontés parfois d'argiles sédimentaires assez compactes, pures, rarement micacées. Le tout est recouvert d'un vaste manteau argileux, épais dans les parties creuses, très mince sur les hauteurs où il est souvent remplacé par un encroûtement ferrugineux,lequel passe assez souvent à de la limonite et même à de l'hématite brune contenant des fragments quartzeux.

» Le pays est sillonné de filons quartzeux dont les pointements se reconnaissent à chaque instant; certains d'entre eux ont des puissances énormes; la végétation ne permet que bien rarement d'en mesurer les alignements qui offrent une grande variété. Ce sont les débris de ces filons qui composent tous les cailloux que roulent les cours d'eau.

» Ceux-ci les empruntent tant aux filons eux-mêmes dont les affleurements forment saillies au-dessus des schistes tendres qu'au revêtement précité d'argile grise dans laquelle on les trouve répandus en très grande et très variable quantité.

» Ils sont toujours à angles vifs, jamais roulés, et le volume en est parfois énorme; ils sont d'ailleurs épars dans la masse argileuse sans aucun ordre, disposés par conséquent d'une façon excluant l'hypothèse d'un transport par voie d'alluvion.

» Le seul mode de transport compatible avec la disposition précitée est la voie glaciaire.

» Je me borne à énoncer pour le moment cette seule et inévitable conclusion des faits matériels observés, sans chercher à aborder la discussion des circonstances au milieu desquelles et grâce auxquelles a pu se produire ce résultat.

» Je me contenterai de mentionner d'abord la singulière et très frappante analogie qu'offre le sol de ce pays avec celui du massif de l'Oural entre 58°30′ latitude nord et 59°; produits de l'érosion et roches qui les ont fournis sont identiques; ensuite, je ferai remarquer que le sol du continent s'élève rapidement au nord d'Assinie jusqu'à des altitudes aujourd'hui inconnues, et que des preuves de différents ordres témoignent que la

ligne de faîte séparative du versant sud et du versant du Niger est à très peu de distance du fond de la lagune.

» Les moyens et le temps dont je disposais ne m'ont pas permis de pousser plus avant cette étude à tous égards intéressante, notamment au point de vue des intérêts français. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'action physiologique des sels de lithium, de rubidium et de potassium.* Note de M. **James Blake.** (Extrait.)

« Dans deux Communications sur ce sujet présentées à l'Académie, M. Richet (voir *Comptes rendus*, t. CI, p. 447-708) cherche à démontrer que les sels de ces métaux alcalins ont tous la même action physiologique, et que leur toxicité, pour le même poids du métal, est à peu près la même.

» Dans un Mémoire que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie dans la séance du 2 juin 1839, j'ai démontré que les sels de potasse tuent en détruisant l'irritabilité du cœur; c'est le seul point sur lequel M. Richet soit d'accord avec moi (mon Mémoire a été publié dans les *Archives générales de Médecine*, de la même année). Quant aux actions physiologiques des sels de lithium et de rubidium, ce sont les mêmes que celles des sels de soude, avec lesquels ils sont isomorphes, et qu'on trouvera décrites dans le Mémoire déjà cité. Par tous ces sels la circulation est arrêtée; mais avec les sels de potasse cela arrive par paralysie du cœur, tandis que c'est par l'arrêt de la circulation pulmonaire que les sels de lithium et de rubidium amènent la mort, quand ils ont été injectés dans les veines. Après la mort par les sels de potasse, on trouve que le cœur ne répond plus à aucune irritation. Il a été arrêté en diastole, et l'on trouve du sang dans les deux côtés, celui des cavités gauches étant parfaitement artérialisé. Après la mort par les sels de lithium et de rubidium, le cœur droit se trouve très engorgé, au point qu'il ne peut plus se contracter. Les cavités gauches sont tout à fait vides; l'oreillette gauche, qui seule n'est pas soumise à une grande pression, se contracte parfaitement. Après quelques minutes, quand le côté droit s'est dégorgé un peu, les contractions ventriculaires recommencent; avec les sels de rubidium elles peuvent se continuer pendant trente ou quarante-cinq minutes [1].

---

[1] De toutes les substances avec lesquelles j'ai expérimenté, ce sont les sels de rubidium qui, à l'exception des sels d'or, entretiennent le mieux l'irritabilité du cœur

» Quant à la cause de la mort dans les expériences de M. Richet avec ces sels, c'est l'asphyxie produite par une action que, comme je l'ai démontré, ces substances exercent sur le tissu pulmonaire et qui empêche l'oxygénation du sang. Quant à la toxicité relative de ces sels, M. Richet la trouve à peu près la même pour un même poids du métal employé. Dans mes expériences, les sels ont été injectés dans les veines, et, les données étant plus précises que celles fournies par les injections sous-cutanées, mes nombres s'éloignent beaucoup de ceux de M. Richet. Ainsi la dose fatale est

	Par kilogramme du poids de l'animal.
Pour le lithium........	0,19
Pour le rubidium......	0,087
Pour le potassium......	0,047

Ainsi avec les sels de lithium et de rubidium la toxicité relative augmente avec le poids atomique (¹).

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Recherches sur la coagulation de l'albumine.* Note de M. **Eug. Varenne**, présentée par M. Chatin. (Extrait.)

« J'ai entrepris, avec l'aide de M. Heisch, des recherches sur les modifications qu'apportent des doses variables de différents sels au point de coagulation du blanc d'œuf. Ces modifications sont considérables; car,

---

après la mort. Je pense même qu'on peut s'en servir au lieu du chlorure de sodium pour alimenter le cœur dans les expériences physiologiques.

(¹) Ce n'est pas seulement l'action toxique relative qui va en augmentant avec le poids atomique du métal, mais aussi l'action particulière sur l'irritabilité du cœur, action qui se produit avec tous les métaux monovalents, excepté le potassium. Plus le poids atomique du métal est grand, plus longtemps les contractions du cœur se prolongent après la mort, comme on le voit dans le Tableau suivant :

	Poids atomique.	Dose fatale par kilogramme du poids de l'animal (métal).	Durée des contractions du cœur après la mort.
Lithium.........	7	0,19	10^m à 15^m
Rubidium.......	85	0,087	30^m à 45^m
Or.............	197	0,005	12^h à 15^h

dans certains cas, la coagulation peut se produire à froid et, dans certains autres, elle ne peut plus avoir lieu même à 100°.

» L'albumine d'œuf, préparée par le procédé de M. Wurtz, donne une première coagulation à 60°, puis une seconde à 75° sous la seule influence de la chaleur. Extraite d'un œuf bien frais et battue dans l'eau distillée (un blanc d'œuf pour 700cc à 800cc d'eau), elle se coagule aux mêmes températures. Une plus grande dilution retarderait la coagulation.

» Il est à noter que la coagulation se produit en une ou deux phases, suivant la nature et la dose des sels qui agissent.

» La première, caractérisée par un louche plus ou moins épais, correspond à la coagulation qui a lieu à 60° avec l'albumine pure; la seconde, marquée par des flocons, correspond sans doute à celle qui a lieu à 75°. Peut-être ces deux phénomènes sont-ils dus à la coagulation successive de la *paraglobuline* et de la *sérine;* c'est un point sur lequel je me réserve de revenir.

» Les sels que j'ai fait agir peuvent se diviser en trois catégories :

» 1° Indifférents; 2° retardant et même empêchant la coagulation; 3° favorisant la coagulation.

» I. Indifférents : *Molybdate d'ammoniaque* [1]. — Le molybdate d'ammoniaque n'a qu'une action très faible. Jusqu'à 0gr,40 de sel par litre de solution albumineuse, la première coagulation se produit encore à 60°. Il faut atteindre 1gr par litre pour abaisser à 58°. Pas de deuxième coagulation.

» *Chlorate de potasse.* — L'action du chlorate de potasse est absolument nulle sur la première coagulation; pour des doses croissant régulièrement de 0gr,10 à 1gr, la température se maintient à 60°. Pas de deuxième coagulation.

» *Sulfate de soude.* — Pour des doses variant de 0gr,1 à 1gr pour 1000cc, la température se maintient à 62°. Pas de seconde coagulation.

» *Sulfate de manganèse.* — Avec 0gr,10 jusqu'à 2gr pour 1000cc, la première coagulation se produit toujours à 62°. Pas de seconde coagulation.

» II. Sels retardant la coagulation. — *Chlorure de sodium.* — Son action est assez marquée. Ainsi la première coagulation monte progressivement à un maximum de 78° avec une proportion de 60gr de chlorure de sodium pour 1000cc et s'y maintient.

» Au contraire, la seconde coagulation commence à 87° avec 20gr de sel pour 1000cc et descend, en s'y fixant, à 83° avec 45gr de sel.

» *Sulfate de magnésie.* — Jusqu'à 9gr pour 1000cc, la première coagulation se tient entre 58° et 60°; à partir de cette dose, elle monte régulièrement jusqu'à 74° avec 100gr de sel.

---

[1] Les doses de sels indiquées se rapportent à 1lit de solution albumineuse préparée comme il est dit plus haut.

» La seconde coagulation, qui commence à 79° avec 1gr de sel, descend à 75°, remonte à partir de 20gr de sel à 76°, puis monte régulièrement jusqu'à 78° avec 80gr de sel.

» *Hyposulfite de soude.* — La première coagulation a lieu à 62° avec 1gr de sel et monte jusqu'à 79° avec 80gr. Pas de seconde coagulation.

» *Iodure de potassium.* — A partir de 5gr pour 1000cc, il se manifeste à 66° un louche imperceptible qui n'augmente pas par la chaleur. Avec 10gr on ne constate plus rien.

» *Biiodure de mercure dissous dans iodure de potassium.* — Avec 0gr,01 il ne se produit qu'un très faible louche à 62°; avec 0gr,10, on n'obtient plus rien, même à l'ébullition.

» *Arséniate de soude.* — A partir de 0gr,50 pour 1000cc, on n'obtient plus de coagulation.

» *Borate de soude.* — A partir de 0gr,05 pour 1000cc, la coagulation ne se produit plus.

» *Sulfate de fer.* — *Il suffit de* 0gr,001 *de sulfate de fer pour empêcher toute coagulation.*

» III. Sels favorisant la coagulation. — *Sulfate de cadmium.* — Jusqu'à la dose de 0gr,04, la première coagulation est retardée à 64°, et la seconde ne se produit pas. A partir de 0gr,05, la première se fait déjà *à froid* et la seconde tombe à 67° pour descendre encore à 34° avec une dose de 2gr pour 1000cc.

» *Acétate d'urane.* — Avec 0gr,01 la première coagulation commence à 59° et la seconde n'a pas lieu. Cette dernière commence à 76° avec 0gr,05 de sel pour tomber à 25° avec 1gr de sel. La première commence *à froid* à partir de 0gr,10.

» *Sulfate de cuivre.* — Avec 0gr,005 la première coagulation est retardée à 65°, elle retombe progressivement jusqu'à 47° avec 0gr,07 de sel; avec 0gr,09 elle commence *à froid*. La seconde ne commence qu'avec 0gr,09 à 70° et tombe à 50° avec 1gr de sel.

» *Chlorure de baryum.* — La première coagulation descend à 54° avec 1gr de sel; pas de seconde.

» *Azotate de baryte.* — La première commence à 58° avec 0gr,10 et tombe à 52° avec 1gr pour 1000; pas de seconde coagulation.

» *Azotate d'urée.* — L'action de l'azotate d'urée est assez marquée. La première coagulation commence à 55° avec 0gr,10 et se fait *à froid* à partir de 0gr,30. Pas de seconde coagulation.

» *Émétique.* — La première coagulation commence à 59° avec 0gr,10 de sel; elle descend à 50° avec 2gr. Pas de seconde coagulation.

» Je continue ces recherches en les étendant aux différents liquides de l'organisme. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Expériences démontrant que, dans certaines conditions, le virus charbonneux s'atténue dans la terre.* Note de M. V. **Feltz**, présentée par M. Vulpian.

« Le 10 décembre 1882, à la suite de ma Note du 6 novembre 1882, confirmant, contrairement à l'assertion de M. Koch, le rôle des vers de terre démontré par M. Pasteur dans la propagation du charbon, je commençai, avec mon chef de laboratoire, M. Ehrmann, une nouvelle série d'expériences devant me renseigner sur la durée de l'intensité charbonneuse dans la terre.

» A cet effet, je mis dans une caisse en bois, longue de $0^m,54$, haute de $0^m,18$ et large de $0^m,17$, de la terre du jardin intérieur de la Faculté de Médecine de Nancy. J'arrosai cette terre, dans ses différentes couches, avec du sang charbonneux frais provenant de nombreux cobayes et lapins morts très rapidement du charbon, et aussi de cultures charbonneuses très virulentes, faites suivant les procédés de M. Pasteur et essayées préalablement dans mon laboratoire.

» La terre, ainsi préparée, fut toujours, depuis ce moment, laissée en plein air devant une des fenêtres du laboratoire; par conséquent, elle fut, pendant trois ans, exposée à toutes les variations de température et à toutes les intempéries des saisons.

» Au bout de deux mois, le 1er février 1883, j'inoculai avec cette terre une série de six lapins et de six cobayes; pour certains de ces animaux, je procédai avec de la terre sèche; pour d'autres, avec de la terre préalablement délayée dans un peu d'eau distillée. J'opérais de la sorte parce que, de l'étude comparative des virus atténués, faite sur des lapins et des cobayes, il résulte que le lapin résiste mieux à leur action que le cobaye. S'il est très difficile de trouver l'atténuation charbonneuse qui vaccine le cobaye, il est loin d'en être ainsi pour le lapin.

» Dans toutes les expériences qui font l'objet de cette Note, j'ai toujours procédé de la même façon.

» Les douze sujets de cette première expérience, cobayes et lapins, périrent très rapidement du charbon; tous présentèrent, pendant la vie et à l'autopsie, les signes macroscopiques et microscopiques du charbon.

» Le 1er mai, le 1er juillet et le 1er octobre 1883, je répétai, dans les mêmes conditions, l'expérience du 1er février 1883. J'opérai chaque fois

sur douze animaux, six lapins et six cobayes; j'arrivai les trois fois aux mêmes résultats, c'est-à-dire que les bêtes inoculées moururent charbonneuses au bout de trois à quatre jours.

» Les expériences du 2 janvier, du 1er avril et du 1er août 1884, faites toujours comme les précédentes, me donnèrent des résultats quelque peu différents de ceux que je viens d'indiquer, en ce sens que les lapins mouraient moins; tous les cobayes, au contraire, succombaient comme par le passé. C'est ainsi que, dans la série de janvier, un lapin survécut; dans celle d'avril, il en fut de même, et trois lapins résistèrent dans la série d'août.

» La toxicité de la terre charbonneuse restait la même quant aux cobayes; elle diminuait en ce qui concerne les lapins.

» L'expérience du 1er novembre 1884 fut plus démonstrative encore, car un seul des six lapins inoculés mourut du charbon le sixième jour; tous les cobayes avaient succombé du deuxième au troisième jour.

» Dans l'année 1885, je refis, avec M. Ehrmann, trois séries d'expériences : la première le 3 janvier, la deuxième le 6 juillet et la troisième le 5 décembre; cette dernière ne portait que sur cinq cobayes et quatre lapins. Le résultat fut toujours le même : les cobayes succombèrent et pas un seul lapin ne périt. L'atténuation du virus était arrivée à un point tel que les six lapins du 6 juillet, inoculés quinze jours plus tard avec du sang charbonneux, moururent tous du charbon en quelques jours.

» Il me paraît démontré que la terre rendue charbonneuse, placée dans les conditions indiquées ci-dessus, perd à la longue de sa virulence.

» La nature accomplirait donc dans la terre des atténuations du virus charbonneux analogues à celles que l'on produit artificiellement dans les laboratoires; c'est ainsi que l'on se rendrait compte de la gravité plus ou moins accentuée des épidémies charbonneuses.

» Me basant sur les données qui ressortent de ces expériences, je ne désespère pas de la possibilité de faire des terres vaccinales anti-charbonneuses. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la transmission de la morve de la mère au fœtus*. Note de MM. **Cadéac** et **Malet**.

« La transmission de la morve de la mère au fœtus, admise par les auteurs, n'est pas démontrée. En effet, les cas de morve, observés sur des

poulains d'un certain âge, peuvent être légitimement attribués à la contagion immédiate ou à la contagion médiate par cohabitation ou par le voisinage d'animaux morveux, quand aucune mesure sanitaire n'était prise à leur égard.

» Dans le but de résoudre cette question, nous avons entrepris des expériences sur trois espèces animales : l'espèce chevaline, l'espèce canine et les cobayes.

» A. *Espèce chevaline.* — Le 15 avril 1884, une jument suitée est abattue pour cause de morve chronique. Son muleton, âgé de douze jours, est sain; sacrifié par effusion de sang, il ne présente aucune lésion à l'autopsie. Néanmoins, afin de vérifier s'il a la morve en germe, nous prenons un cube du poumon, du foie, de la rate et des ganglions de l'auge, nous triturons ces portions d'organes dans de l'eau distillée, nous filtrons ensuite à travers un linge et nous injectons en divers points du corps d'un âne 10^{cc} de ce liquide et 65^{cc} de sang. Résultat négatif.

» Avec le sang d'un poulain âgé de 7 mois et issu d'une jument affectée de morve aiguë, nous avons obtenu tout récemment un résultat semblable, malgré la quantité de sang inoculé (30^{cc} à un âne et 4^{cc} à deux cobayes).

» B. *Espèce canine.* — Un chien, issu d'une mère morveuse, n'a présenté aucun symptôme, ni aucune lésion, et l'inoculation du sang et des tissus, comme nous l'avons indiqué, a été sans résultat.

» C. *Cobayes.* — Les conditions variées, dans lesquelles nous nous sommes placés dans ces expériences, nous ont permis de juger si les bacilles morveux franchissent fréquemment le placenta, s'ils déterminent des lésions dans les organes des fœtus, ou s'ils restent à l'état latent dans l'intérieur de ceux-ci pour évoluer un certain temps après la naissance, comme on tend à l'admettre pour la tuberculose. Pour cela, nous avons inoculé des femelles pleines et nous avons examiné des fœtus à diverses périodes de la gestation et des cobayes jeunes ou âgés nés de mères morveuses. La méthode suivie dans ces recherches a invariablement consisté à éviter tout mélange des liquides de la mère avec ceux des fœtus. Ayant d'abord enlevé l'utérus, l'ouverture de cet organe, des enveloppes et la section du cordon ont été faites avec des instruments neufs ou préalablement flambés; puis les fœtus ont été placés sous un filet d'eau, de manière à les laver parfaitement pour les dessécher ensuite avant de les ouvrir.

» L'autopsie a toujours été faite avec de nouveaux instruments purifiés comme les premiers, et les organes des fœtus ont été soigneusement examinés. Ceux-ci étant toujours dépourvus des lésions, nous avons pris le poumon, le foie, la rate, les reins, des ganglions; nous avons trituré et filtré comme précédemment, et le liquide résultant de cette opération a été inoculé tantôt à un âne seul, tantôt à des cobayes et à des chiens. La quantité de liquide inoculé a été de 2^{cc} pour chaque cobaye, de 6^{cc} pour l'âne et de 3^{cc} pour le chien. Enfin, quand les résultats nous ont paru douteux, nous avons toujours pris la précaution de pratiquer de nouvelles inoculations révélatrices.

» Nos expériences ont porté sur dix femelles et se décomposent ainsi :

» 1° Six ont été sacrifiées pendant la gestation, et les fœtus de deux portées ont transmis la morve, quoique sains en apparence;

» 2° Quatre ont allaité leurs petits, et ceux-ci, sacrifiés du premier au cinquante-huitième jour, n'ont dans aucun cas transmis la maladie.

» En résumé, treize expériences dans lesquelles la morve de la mère n'a été transmise aux fœtus que deux fois, et quelques observations cliniques inédites nous permettent de conclure que les fils de mère morveuse naissent rarement morveux. »

ÉCONOMIE RURALE. — *La culture du blé à Wardrecques (Pas-de-Calais) et à Blaringhem (Nord)*. Note de MM. **Porion** et **Dehérain**, présentée par M. Peligot.

« 1. *Culture de Wardrecques.* — La terre de Wardrecques se loue habituellement 200^{fr} l'hectare, celui-ci supporte un impôt de 16^{fr}; cette année, les frais de labours, de moisson et de battage se sont élevés à 260^{fr}; à cette dépense de 476^{fr}, il faudra joindre celle de la fumure pour avoir l'ensemble des frais qu'occasionne la culture d'un hectare de blé. Quand le grain se vend 20^{fr} le quintal et la paille 40^{fr} les 1000^{kg}, peut-on, à l'aide d'engrais appropriés et de semences bien choisies, accroître la récolte au point qu'elle laisse un bénéfice, ou bien faut-il renoncer à cultiver le blé, tant que des tarifs douaniers n'auront pas artificiellement fait monter le grain à un prix plus rémunérateur? Telle est la question que nous avons essayé de résoudre par l'expérience.

» La pièce sur laquelle ont été disposés les essais avait porté, en 1882, des betteraves avec fumure de $40\,000^{kg}$ de fumier; en 1883, du blé sans fumure; en 1884, des pommes de terre auxquelles on avait donné 169^{hlit} de chaux à l'automne et, au printemps, $11\,000^{kg}$ de fumier.

» A l'automne de 1884, la terre a été bien préparée, elle a reçu à l'hectare une fumure de 850^{kg} de tourteaux; le blé à *épi carré* a été semé au semoir, en lignes espacées de $0^{m},20$.

» Au printemps, on a tracé dans la pièce des parcelles d'essai de 1^{a} d'étendue, sur lesquelles on a distribué des engrais complémentaires : sulfate d'ammoniaque ou azotate de soude, associés à des superphosphates ou à du chlorure de potassium ou à ces deux sels à la fois.

» La saison de 1885 a été très favorable; sans engrais complémentaire, nous avons obtenu, sur la parcelle conservée comme témoin, 4000^{kg} de grain et 7000^{kg} de paille, et sur toute l'étendue de la pièce, qui avait $4^{ha},9$, 3700^{kg} de grain à l'hectare.

» La valeur de la récolte de la parcelle témoin est donc de 1080^{fr}; la dépense, en y comprenant intégralement le prix de la fumure, étant de 588^{fr}, il reste un bénéfice de 492^{fr} à l'hectare. Bien que les engrais complémentaires aient élevé la récolte, le supplément de grain et de paille qu'ils ont fourni couvre à peu près exactement la dépense de leur acquisition et, par suite, le produit net n'est pas augmenté.

» Nous rappellerons que la terre de Wardrecques, fumée avec 1700^{kg} de tourteaux à l'hectare, a encore bénéficié des superphosphates dans la culture des betteraves ([1]); on voit que ces engrais n'ont plus montré pour le blé la même efficacité. La quantité d'acide phosphorique assimilable (0^{gr},2 par kilogramme de terre), qui n'était pas tout à fait suffisante pour les betteraves, paraît au contraire rendre inutile l'emploi des superphosphates pour la culture du blé.

» En résumé, sur la plaine de Wardrecques, le blé à épi carré a fourni de 50^{hlit} à 52^{hlit} de grain, laissant un bénéfice de 500^{fr} environ par hectare sur les parcelles d'essai; sur l'ensemble de la pièce la récolte est d'environ 47^{hlit}.

» *Culture de Blaringhem.* — Le blé à épi carré a été semé à l'automne de 1884, sur une pièce inclinée vers l'ouest et formée d'une terre forte à sous-sol compact. Cette terre, acquise depuis trois ans seulement, avait été négligée pendant longtemps et nous avons cru devoir lui donner une forte fumure de 50000^{kg} de fumier à l'hectare. Comme à Wardrecques, les façons et les fumures ont compris toute la pièce, et c'est seulement au printemps qu'on a tracé les parcelles d'essai sur lesquelles en couverture ont été distribués les engrais complémentaires.

» Ils ont présenté une remarquable efficacité : tandis qu'avec le fumier seul on restait à 3640^{kg} de grain et 5900^{kg} de paille sur l'une des parcelles témoin, à 3750^{kg} de grain et 5750^{kg} de paille sur l'autre, qu'on obtenait, sur l'ensemble de la pièce de 3^{ha},3, 3900^{kg} de grain, on obtenait, par l'emploi du sulfate d'ammoniaque et des superphosphates 4850^{kg} de grain et 8700^{kg} de paille, avec la même dose de superphosphates, (300^{kg}); en substituant l'azotate de soude au sulfate d'ammoniaque, on obtenait 4750^{kg} de grain et 9250^{kg} de paille. On a donc réalisé sur ces parcelles le magnifique rendement de 62^{hlit} de grain qui mérite de fixer l'attention; car, nous le répétons, les façons qu'elles ont reçues ont été absolument les mêmes que celles qui ont été données à l'ensemble de la pièce.

([1]) *Comptes rendus*, t. CII, p. 54.

» La terre de Blaringhem est d'un prix de location moins élevé que celle de Wardrecques; cependant, si l'on porte à la culture du blé l'ensemble du prix de la fumure et qu'on estime le fumier à 5^{fr} la tonne, la dépense de l'hectare sera 616^{fr}. Malgré ces frais considérables, le produit net est encore de 336^{fr} à l'hectare avec le fumier seul et s'élève à 618^{fr} quand on a employé comme engrais complémentaire le sulfate d'ammoniaque et le superphosphate et à 639^{fr} quand on a fait usage d'azotate de soude et de superphosphates.

Conclusions. — En résumé, à Wardrecques et à Blaringhem nos récoltes ont dépassé 50^{hlit} de grain à l'hectare; à Grignon, cette année même, l'un de nous a obtenu du même blé à épi carré un rendement analogue ([1]) qui a été en outre signalé par plusieurs autres observateurs. Nous devons ajouter que, contrairement à une opinion généralement répandue, nous n'avons eu aucune difficulté à vendre le blé récolté; il a été livré à la meunerie aux mois d'août et de septembre, à 20^{fr},30 et 20^{fr},60 les 100^{kg}.

» Il nous paraît évident que dans les bonnes années les cultivateurs de la région septentrionale, devenus si habiles dans l'art de travailler leurs terres, pourront encore, malgré les bas prix, trouver avantage à cultiver le blé s'ils choisissent des variétés à gros rendement, susceptibles de supporter de fortes fumures sans verser.

» Depuis une trentaine d'années, l'attention des agronomes s'est surtout portée vers l'emploi des engrais et de remarquables progrès ont été accomplis; il nous paraît cependant qu'aujourd'hui les études doivent être dirigées surtout vers le choix des semences. Les résultats déjà obtenus montrent qu'à l'aide d'une sélection persévérante il est possible de doter la culture de variétés infiniment supérieures à celles qu'on sème habituellement. »

M. **Ch. Brongniart** transmet à l'Académie un extrait d'une Lettre adressée de Bethesda (pays des Bassoutos, Afrique du Sud) par M. *Fréd. Christol.*

« Le 17 novembre, à 9^h du soir, nous avons ressenti un tremblement de terre, et dans la nuit du 27 novembre, nous avons vu une magnifique pluie d'étoiles filantes. »

([1]) *Comptes rendus,* t. CII, p. 537; *Annales agronomiques,* t. XI, p. 433.

M. **Em. Vial** adresse une Note sur le rôle de l'air dans les phénomènes explosifs, particulièrement dans l'explosion de l'iodure d'azote.

M. **L. Sandras** adresse une Communication portant pour titre : « Note explicative jointe à la batterie pour chanteurs ou accordeur de la voix. »

M. **Poincaré** et M. **Halphen**, dans deux récentes Communications (t. CI, p. 991 et 1238), ont rappelé les travaux de M. Thomé, professeur, à Greifswald, sur les intégrales irrégulières des équations linéaires. C'est par erreur que le nom de ce savant se trouve écrit *Thomæ* au lieu de *Thomé*.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Mécanique présente, par l'organe de son doyen, M. *Phillips,* la liste suivante de candidats à la place devenue vacante dans son sein, par suite du décès de M. *Tresca*.

En première ligne	M. **Boussinesq**.
En deuxième ligne (ex æquo) *et par ordre alphabétique*. . .	M. **Deprez**. M. **Kretz**. M. **Léauté**. M. **Sarrau**.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 11 janvier 1886.

École d'application du génie maritime. — Construction du navire; par M. Hauser. Paris, 1884-1885, cours autogr. in-4°, texte et planches.

Bulletin de l'École supérieure des Sciences d'Alger; 1er fascicule, 1884. Alger, A. Jourdan, 1884; in-8°. (Présenté par M. Hébert.)

Matériaux pour la carte géologique de l'Algérie. MM. Pomel et Pouyanne, Directeurs; 1re série : *Paléontologie, Monographies locales.* Alger, impr. Fontana, 1885; in-4°. (Présenté par M. Hébert.)

Kystes, tumeurs perlées et tumeurs dermoïdes de l'iris, etc.; par E. Masse. Paris, G. Masson, 1885; in-4°.

Mémoires de Médecine et de Chirurgie; par E. Masse. Paris, G. Masson, 1885; in-8°.

E. Masse. *Peau (Développement).* Paris, G. Masson, 1885; in-8°. (Extrait du *Dictionnaire des Sciences médicales* du Dr Dechambre.)

(Ces trois derniers Ouvrages sont présentés par M. le baron Larrey pour le concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Exposé sommaire des théories transformistes de Lamark, Darwin et Hæckel; par A. Vianna, de Lima. Paris, Delagrave, 1886; in-12.

Le véritable métropolitain; par Ch. Tellier. Paris, impr. Ch. Schaeber, 1885; br. in-8°.

Maladie de la vigne ou le Phylloxera; par C. Sybillin. Lyon, impr. Jevain, 1882; br. in-8°.

Assainissement des villes par l'eau, les égouts, les irrigations; par A. Mille. Paris, Vve Dunod, 1886; in-8°. (Renvoi au concours Montyon, Arts insalubres.)

Recherches expérimentales sur les conditions de l'activité cérébrale et sur la physiologie des nerfs; par H. Beaunis. Paris, J.-B. Baillière, 1886; in-8°.

Annales de la Société d'émulation du département des Vosges, 1885; Epinal, V. Collot; Paris, A. Goin, 1885; in-8°.

Archives du musée Teyler, série II, vol. II, 3e partie. Harlem, les héritiers Loosjes; Paris, Gauthier-Villars, 1885; gr. in-8°.

Fondation Teyler. Catalogue de la bibliothèque dressé par C. Ekama; 1re et 2e livraisons. Harlem, les héritiers Loosjes, 1885; 2 liv. gr. in-8°.

Acta Universitatis Lundensis. Lunds Universitets ars-skrift; t. XIX, 1882-83. Lund, 1882-83; in-4°.

Memorie del reale Istituto veneto di Scienze, Lettere ed Arti; vol. XXII, Part 1, 2. Venezia, 1882; 2 vol. in-4°.

Atti del reale Istituto veneto di Scienze, Lettere ed Arti; t. II, serie VI, disp. 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10; t. III, serie VI, disp. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9. Venezia, 1883-1885; 17 liv. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 JANVIER 1886.

PRÉSIDENCE DE M. JURIEN DE LA GRAVIÈRE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE

Notice sur M. de Saint-Venant *et sur ses travaux ;* par M. **Ed. Phillips.**

« Au milieu des pertes récentes et nombreuses qui ont affligé l'Académie des Sciences, la Section de Mécanique a été particulièrement éprouvée. La mort de son illustre et regretté Doyen, M. de Saint-Venant, porte à trois le nombre des Membres de cette Section qui nous ont été enlevés depuis moins d'un an. Ce douloureux événement est dû à l'esprit de devoir qui animait notre Confrère, car c'est lors d'un voyage à Paris, à l'occasion de l'élection qui va se faire dans notre Section, qu'il a été atteint d'un refroidissement d'où est résultée la maladie à laquelle il a succombé, le 6 de ce mois.

» M. Barré de Saint-Venant (Adhémar-Jean-Claude) était né à Villiers-en-Bière (Seine-et-Marne), le 23 août 1797. Il entra en 1813, à l'âge de seize ans, à l'École Polytechnique, où il eut pour condisciples deux de nos anciens Confrères, MM. Chasles et Bienaymé. Il entra ensuite dans le service des Poudres et Salpêtres, puis il passa dans celui des Ponts et Chaus-

sées, après être sorti le premier de son École d'application. Pendant vingt-cinq ans, il se livra, comme ingénieur des Ponts et Chaussées, à des travaux pratiques sérieux. C'est en cette qualité qu'il fut attaché successivement à un port de mer, aux canaux de navigation d'Arles, du Nivernais, des Ardennes, qui comprenaient des ouvrages importants de tout genre; à ceux de la rivière d'Yonne, à ceux des routes et ponts de plusieurs arrondissements. Il ne s'y est pas tenu dans les sentiers battus. C'est ainsi qu'il a employé un procédé nouveau de fondation dans les terrains difficiles. Il a indiqué aussi le moyen qui est aujourd'hui mis à exécution pour opérer une vaste transformation agricole, celle de la Sologne. Ses Mémoires d'hydraulique agricole ont été honorés, en 1849, d'une médaille de la Société d'Agriculture. Disons, à ce sujet, que, en 1850 et à la suite d'un concours, il fut nommé professeur de génie rural à l'Institut agronomique que l'on venait de fonder à Versailles. Il a aussi, et sur la proposition de Coriolis, été chargé de professer à l'École des Ponts et Chaussées. Enfin, le 20 avril 1868, il fut élu Membre de l'Académie des Sciences, en remplacement du général Poncelet.

» En 1848, alors qu'il était jeune encore et attaché, comme ingénieur en chef, aux Travaux de la Ville de Paris, il prit sa retraite et se consacra exclusivement à son goût pour la Science, et principalement pour la branche de la Mécanique, peut-être la plus importante et assurément une des plus difficiles, celle qui traite de l'élasticité des corps et de leur résistance. Il serait impossible de citer, fût-ce par une simple mention, les très nombreux travaux de notre regretté Confrère. Nous devons nous borner à un exposé succinct des principaux d'entre eux.

» Et d'abord, à l'occasion de son enseignement à l'École des Ponts et Chaussées, il avait été conduit à remarquer que la flexion des pièces solides était nécessairement accompagnée de mouvements relatifs transversaux et longitudinaux qu'il a appelés *glissements*. Ces glissements relatifs contribuent aux ruptures ou aux altérations de la cohésion en augmentant les écartements moléculaires qu'il faut maintenir dans de prudentes limites. Il a donné en conséquence une formule ou équation nouvelle de non-rupture établie en tenant compte de ce nouvel élément. Dès l'année suivante, 1839, Poncelet, dans son cours à la Faculté des Sciences de Paris, cita cette formule de résistance qu'il qualifia de « très remarquable » et dont il prit la peine de chercher et de donner une démonstration élémentaire.

» M. de Saint-Venant a fait aussi, en 1838, un autre travail important sur

le même sujet. Auparavant, dans les calculs relatifs à la flexion des pièces à section transversale constante, on négligeait l'influence exercée par la contraction ou la dilatation de la fibre moyenne. Il en résultait une cause d'erreur souvent considérable, principalement pour les arcs courbes métalliques comme ceux des ponts de chemins de fer. C'est cette lacune importante que notre éminent Doyen a comblée le premier. Depuis, M. Bresse a repris cette question en y introduisant quelques éléments nouveaux et a construit des Tables fort utiles, fréquemment consultées par les ingénieurs.

» En 1843, M. de Saint-Venant a publié trois Mémoires d'une grande valeur scientifique et auxquels l'Académie des Sciences a accordé sa plus haute récompense, l'insertion dans son *Recueil des Savants étrangers*. Ils se rapportent à la déformation et à la résistance des pièces et courbes élastiques à double courbure, soumises à des forces quelconques.

» Lagrange a donné le premier des équations pour la solution de ce problème. Mais il les fondait sur la supposition que ces forces ne font varier que les angles de contingence de la ligne moyenne, comme si elles n'avaient, en chaque point, de moment qu'autour des normales à ses plans osculateurs.

» Binet a signalé l'omission d'un autre moment composant, s'exerçant autour de la tangente. Poisson, en en tenant compte, déduisit des équations un théorème consistant en ce que, pour un axe primitif et une section transversale de formes quelconques, ce moment, qui tend à tordre, serait constant d'un bout à l'autre de la tige courbe dans son état d'équilibre. M. de Saint-Venant a démontré que ce théorème n'a lieu que lorsque la tige était primitivement droite et que la section est d'une des formes d'égale flexibilité, comme le cercle, le carré, etc.

» Pour tout autre cas, les forces, après la déformation, ont un troisième moment composant qui s'exerce autour du rayon de courbure, et ce moment était omis dans les travaux cités. M. de Saint-Venant a, de plus, reconnu que la flexion ne dépend pas seulement du changement de la première courbure des tiges et la torsion de celui de leur deuxième courbure. Il a fait voir qu'elles dépendent aussi d'un autre élément qui est le déplacement angulaire du rayon de courbure sur le plan de la section correspondante. On comprend, en effet, que l'état de la tige courbe après sa déformation dépend, non seulement de la forme de son axe ou de sa ligne moyenne, mais encore de l'orientation des sections par rapport aux plans osculateurs de cette ligne. En partant de ces principes, il a posé les équa-

tions différentielles du problème et a pu les intégrer dans le cas le plus usuel, où les déplacements des points sont très petits. Depuis, ces formules ont été démontrées directement et publiées par M. Bresse, en 1859, dans son Cours de l'École des Ponts et Chaussées.

» Je passe maintenant à un Mémoire de M. de Saint-Venant *Sur la torsion des prismes ou cylindres à base quelconque,* lequel, pour beaucoup de savants, peut être regardé comme son chef-d'œuvre.

» Coulomb, en 1784, a donné la formule de torsion pour les cylindres ou fils élastiques à section circulaire.

» Depuis, on avait cru que cette loi s'appliquait à des prismes ou cylindres ayant des sections de forme quelconque, c'est-à-dire que les sections planes et normales à l'axe restaient telles après la déformation, et que les angles de torsion étaient toujours inversement proportionnels aux moments d'inertie de celles-ci autour de l'axe de torsion. Notre éminent et regretté Confrère a découvert, en 1847, et développé, en 1853, la véritable loi de la torsion, reconnue telle par Cauchy ainsi que par la Commission de l'Académie, composée de MM. Poncelet, Piobert et Lamé, rapporteur, et sur l'avis de laquelle le Mémoire fut inséré au *Recueil des Savants étrangers*. Cette loi, très simple, consiste en ce que, quand l'élasticité est égale dans les sens transversaux, les sections droites, primitivement planes, se gauchissent ou prennent la forme d'une surface légèrement courbe qui jouit de la double propriété d'avoir partout ses deux courbures égales et opposées et de couper normalement, aux points du contour, la surface latérale déformée du prisme ou cylindre dont les arêtes sont devenues des hélices.

» M. de Saint-Venant est parvenu à résoudre ce problème au moyen d'une méthode nouvelle, qu'il a appelée *méthode mixte,* et dans laquelle il se donne *a priori* une partie des inconnues ou certaines relations entre elles. Il en résulte comme conséquence une certaine distribution, théoriquement obligatoire, des forces données, appliquées sur les deux bases du prisme. Mais, dès que les dimensions transversales sont petites, comparées à la longueur de la pièce, cette distribution est indifférente, pourvu que la résultante de translation et le moment résultant restent les mêmes. Les conséquences de cette théorie ont été, du reste, vérifiées expérimentalement par l'auteur, et l'indifférence, au degré d'approximation désirable, du mode de distribution des forces appliquées aux extrémités a été démontrée depuis par M. Boussinesq, dont la démonstration s'applique aussi au cas de la flexion ainsi qu'à celui de la traction ou de la compression longitudinale.

» Cette solution remarquable était appelée à faire sensation et cette méthode mixte a reçu le nom de *Problème de Saint-Venant*, nom qui lui a été donné, d'abord par M. Clebsch, puis par MM. Kirchhoff, Thomson, Tait, etc.

» M. de Saint-Venant a aussi appliqué sa méthode mixte à la question de la flexion des prismes et des glissements relatifs qui l'accompagnent. Voici à quel sujet.

» La théorie ordinaire et partout enseignée de la flexion des prismes se base sur deux hypothèses : 1° que les sections transversales restent planes et normales aux fibres; et 2° que celles-ci se comportent comme de petits prismes isolés ou sans action les uns sur les autres. Le savant auteur a reconnu que ces deux hypothèses ne sont vraies que dans un cas exceptionnel, celui de la flexion égale ou uniforme d'un bout à l'autre, c'est-à-dire en arc de cercle, déterminée par des forces transversales faisant couples à chaque extrémité. Dans tous les autres cas elles sont fausses. Les sections se courbent et s'inclinent sur les fibres et celles-ci exercent entre elles une sorte de frottement ou d'entraînement mutuel dans le sens de leur longueur. Il est remarquable toutefois que cette inexactitude des hypothèses n'affecte pas les formules des dilatations et tensions des fibres et du moment de flexion. Mais elles sont insuffisantes et ne donnent point tout ce qui se passe.

» Elles ont en conséquence besoin d'être complétées, corrigées, tant sous le rapport de la forme nouvelle de la pièce que sous celui de son danger de rompre, et cela par la prise en considération des glissements déjà signalés au commencement de cet article, mais dont la méthode mixte apprend à déterminer plus complètement la vraie valeur qui, variable aux divers points d'une même section, est généralement nulle à son contour et maximum à son centre. Disons à ce sujet qu'en appliquant la méthode mixte de M. de Saint-Venant au cas d'une pièce de faible section et de forme courbe suivant sa longueur, on a pu résoudre, avec la précision nécessaire, une question d'un grand intérêt pour la chronométrie.

» M. de Saint-Venant s'est occupé aussi d'une manière très utile de la question du choc des barres.

» Navier a donné, pour le mouvement vibratoire d'une barre élastique, une formule, en série de sinus, qui tient compte de l'inertie en vertu de laquelle ses diverses parties ne s'ébranlent que successivement. Poncelet, au moyen de l'addition d'une deuxième série transcendante, a complété la

solution en la rendant applicable au cas le plus fréquent, où la barre ne posséderait pas une certaine tension préalable que Navier lui supposait.

» Le problème du choc transversal est pratiquement plus important. Il est aussi plus compliqué. Notre regretté Confrère a su néanmoins le résoudre complètement. Il a pu obtenir le déplacement transversal des points sous forme d'une série de sinus et d'exponentielles. Il en a comparé les résultats avec ceux des nombreuses expériences de M. Hodgkinson et de la Commission anglaise de l'enquête sur les fers. La formule empirique par laquelle celui-ci représente les flèches dynamiques ne diffère de celle de notre Confrère que par un coefficient, $\frac{1}{2}$ au lieu de $\frac{17}{35}$. On ne peut désirer un accord plus complet.

» On connaît les belles expériences de M. Tresca sur les déformations que subissent les corps solides ductiles lorsqu'ils sont soumis à de fortes pressions qui les déforment au delà de leur limite d'élasticité. En faisant usage de considérations de Cinématique, il avait représenté par des formules très simples les principaux résultats de ses recherches. M. de Saint-Venant a édifié la théorie analytique de cette nouvelle branche de la Mécanique, en y introduisant la notion des forces et l'appuyant sur deux principes : l'un de la constance de la densité et l'autre de l'égalité en chaque point de la force tangentielle maxima au coefficient de rupture par cisaillement. Dans une Note présentée à l'Académie le 7 mars 1870, il a résolu, au moyen de cette théorie, le cas où la déformation a lieu parallèlement à un plan donné. Plus tard, le 20 juin 1870, notre Confrère, M. Maurice Lévy, présentait à l'Académie un Mémoire dans lequel il appliquait avec succès cette même théorie au cas général où tout est symétrique autour d'un axe, comme cela avait lieu dans les expériences de M. Tresca.

» L'admiration que M. de Saint-Venant n'a jamais cessé de professer pour les savants et consciencieux travaux de son ancien maître, Navier, qui ont opéré dans la théorie de la résistance et de l'élasticité des solides une si heureuse révolution, l'avait porté à annoter ses leçons. Il en est résulté une nouvelle édition du *Cours de Navier*, parue en 1858, et qui forme un Ouvrage presque entièrement neuf, car les notes de M. de Saint-Venant y occupent un espace beaucoup plus grand que le texte primitif. Bornons-nous à citer, parmi elles, un historique complet des progrès de la science de l'élasticité depuis le moyen âge jusqu'à nos jours; d'importantes Notes sur la rupture par compression, par flexion et par torsion; un exposé général des principes de la théorie de l'élasticité. Nous devons encore mentionner deux appendices considérables sur les expressions générales

des forces élastiques dans les solides, la classification des diverses sortes de coefficients; leur réductibilité dans le cas le plus général; puis, cette réductibilité à deux ou à un dans le cas de l'isotropie. Enfin, il a montré leur réductibilité à six ou à trois dans les corps primitivement isotropes, mais qui ont été déformés d'une manière permanente par l'application temporaire de trois fortes pressions ou tractions inégales suivant trois directions rectangulaires. Ce dernier cas est fort intéressant pour la pratique, car il comprend notamment les corps qui ont été déformés par le forgeage, l'étirage ou le laminage, et il est traité dans un Mémoire inséré en 1863-64 dans le *Journal de Mathématiques* de M. Liouville.

» On peut juger par ce qui précède de l'importance de l'œuvre scientifique de notre vénéré Doyen. Jusqu'à l'âge le plus avancé, il a conservé la même vigueur et intelligence et la même puissance de travail. Quoique vivant loin de nous, il se rappelait fréquemment à notre souvenir par de fortes Communications qui témoignaient que l'âge n'avait pas affaibli ses belles facultés et, quelques jours avant de succomber, il signait de son lit le bon à tirer d'une Note envoyée à l'Académie. Il y a peu de temps il avait eu la douleur de perdre la compagne de sa vie; mais il lui restait la consolation de voir réunie autour de lui une nombreuse famille d'enfants et de petits-enfants. C'est dans leurs bras qu'il s'est éteint, fidèle à la foi religieuse qu'il avait toujours possédée. Sa vie si longue et si bien remplie, toute de travail et d'honneur, est un noble exemple à suivre pour tous ceux qui ont eu le bonheur de le connaître et qui restent derrière lui. »

ASTRONOMIE. — *Nouveau bain de mercure, atténuant les trépidations du sol.* Note de M. **Mouchez**.

« Malgré les nombreuses recherches qui ont été faites, l'observation régulière du nadir n'a jamais été possible jusqu'ici à l'observatoire de Paris, à cause des trépidations du sol. Notre habile artiste, M. Gautier, vient de résoudre complètement ce problème par une nouvelle disposition aussi simple que pratique : une cuvette cylindrique en fonte contenant la provision de mercure porte en son centre un axe taraudé; une deuxième cuvette un peu plus petite, munie d'un écrou correspondant, se visse sur cet axe; elle est percée d'une petite ouverture par laquelle entre la couche de mercure réfléchissante quand, en vissant la cuvette, on la fait descendre dans le bain. Cette couche de mercure devient alors insensible aux vibrations, mais

à condition que l'écrou ne soit ni trop serré, ni trop libre; dans le premier cas, les deux cuvettes devenant entièrement solidaires, les trépidations se transmettent comme dans le bain de mercure ordinaire; dans le second cas, la deuxième cuvette devenant trop flottante semble prendre un équilibre instable sur l'effet des trépidations du sol, qui produisent alors sur le mercure des ondulations lentes et prolongées rendant l'observation impossible. Les essais de ce nouveau bain ayant donné d'excellents résultats, il va être exclusivement adopté pour l'observatoire de Paris. »

ASTRONOMIE. — *Photographies astronomiques de MM.* Paul Henry *et* Prosper Henry, présentées par M. **Mouchez.**

« J'ai eu l'honneur, il y a dix-huit mois, de présenter à l'Académie les premiers essais de photographie stellaire faits par MM. Henry, à l'observatoire de Paris, avec un appareil provisoire, dans le but spécial de faciliter la construction de la Carte écliptique. La réussite de ces premiers essais m'avait décidé à accepter leur proposition de faire construire de suite par M. Gautier un grand appareil définitif dont ils se chargeaient de faire eux-mêmes l'objectif photographique de $0^{m},34$. L'instrument a été mis en place en avril et, dès le mois de juin, j'ai pu présenter à l'Académie les premières très belles épreuves obtenues dans la voie lactée.

» Depuis lors, MM. Henry ont continué leurs travaux avec un succès qui a dépassé toutes nos espérances. Les résultats obtenus sont jugés par des astronomes les plus compétents de l'étranger comme étant la perfection même et présentant la plus grande importance pour l'avenir de l'Astronomie.

» A l'observatoire de Paris, nous obtenons maintenant couramment en une heure de pose des clichés de 6° à 7° carrés sur lesquels sont reproduits avec un éclat et une pureté de contours extrêmes tous les astres au nombre de plusieurs milliers jusqu'à la 16e grandeur, c'est-à-dire bien au delà de la visibilité que donnent nos meilleures lunettes sous le ciel de Paris.

» Nous avons même obtenu bien des étoiles de 17e grandeur qui n'ont sans doute jamais été vues encore.

» Les images des étoiles ayant un diamètre proportionné à leur grandeur, on en tirera certainement une donnée fort intéressante pour les mesures photométriques.

» Outre les étoiles, on découvre aussi quelquefois sur les clichés d'autres

objets invisibles dans nos plus grands instruments. Telle est la nébuleuse près de l'étoile *Maïa*, dans les Pléiades, qui est venue se dessiner comme une petite queue de comète très brillante touchant à l'étoile, et qui n'avait jamais été encore signalée, bien que l'amas des Pléiades soit une des constellations les plus étudiées de notre ciel.

» La mesure des étoiles doubles et multiples va se trouver grandement simplifiée à l'avenir, par la possibilité d'opérer ces mesures avec autant de facilité que de précision sur des photographies.

» Sur l'épreuve de Saturne soumise à l'Académie, la séparation de l'anneau, qui est de 0″,4, étant très visible, on peut espérer obtenir des étoiles doubles distantes de cette quantité.

» Nous avons obtenu déjà de belles images des principales planètes; et, sur le cliché de Neptune, le satellite a pu être photographié dans toutes les parties de son orbite, et même dans sa position la plus rapprochée, qui est actuellement inférieure à 8″.

» Nous espérons donc pouvoir appliquer la Photographie, non seulement au service régulier de la Carte du ciel, mais aussi à l'étude des étoiles doubles et à la recherche d'astres encore inconnus.

» Parmi les principales photographies déjà obtenues, je crois devoir citer les suivantes :

» 1° Quarante-deux grandes épreuves de la Voie lactée et de diverses régions du ciel.

» 2° Une photographie des environs de ε Lyre qui montre après deux heures de pose des étoiles beaucoup plus faibles que la *debilissima* d'Herschel et inférieures à la 16ᵉ grandeur.

» 3° Une épreuve faite dans les environs de Véga, qui montre des étoiles plus faibles encore que les précédentes; quelques-unes de ces étoiles n'ont certainement jamais été vues.

» 4° Photographies des amas d'Hercule, de Sobieski, d'Ophiuchus, de Persée et plus de six cents épreuves d'étoiles doubles ou multiples. Quelques-unes de ces épreuves, destinées à des mesures micrométriques, ont été faites avec une pose très courte; elles se rapportent aux Pléiades, à Præsepe et Ophiuchus.

» 5° La nébuleuse d'Orion a été photographiée avec succès; une pose de deux heures, beaucoup trop longue pour les parties les plus lumineuses, montre au contraire avec une très grande netteté les plus faibles détails.

» 6° On a obtenu enfin des résultats non moins remarquables dans la photographie des planètes et dans la photographie spectrale.

» C'est donc un vaste et nouveau champ d'études ouvert à l'activité des

astronomes. Profitant d'une soirée de beau temps, tout astronome pourra en effet recueillir avec un appareil photographique comme le nôtre deux ou trois clichés contenant chacun plusieurs milliers d'astres d'une pureté de définition et d'une exactitude absolue de position, qui, transportés dans son cabinet de travail, lui procureront plusieurs mois de recherches fructueuses, à l'aide d'un simple microscope muni d'une vis micrométrique.

» Cette étude se fera en outre avec bien plus de facilité et moins de fatigue qu'à l'aide de ces lunettes de dimensions exceptionnelles qu'on construit aujourd'hui à grands frais dans divers observatoires, sans qu'on soit encore assuré qu'elles apporteront une supériorité bien sensible sur les instruments de moyenne dimension actuellement en usage, et qui ne peuvent d'ailleurs être utilement employées que par de rares belles nuits.

» Quand on voit avec quelle extrême facilité on peut obtenir ainsi, en une heure, ces Cartes d'amas d'étoiles qui auraient exigé des années de travail assidu par les anciens procédés, on comprend qu'il s'impose aujourd'hui un devoir impérieux aux astronomes, c'est d'entreprendre immédiatement le levé de la Carte complète du ciel, pour léguer aux astronomes des siècles futurs l'état du ciel à la fin du XIXe siècle.

» Ce sera le monument scientifique le plus considérable de cette époque; il augmentera de valeur avec le temps et donnera certainement lieu à bien des découvertes inattendues et à des études du plus haut intérêt.

» J'ai déjà dit comment ce vaste travail, réparti sur tout le globe entre huit ou dix observatoires bien situés, pourrait se faire sans grands frais, en quelques années, et permettrait de fixer ainsi la position actuelle de vingt ou trente millions d'étoiles; plusieurs observatoires ont déjà offert leur concours, s'ils trouvent la possibilité de se procurer les appareils nécessaires.

» Il paraît bien indispensable d'établir le plus tôt possible une semblable entente; car, si l'on n'y réussissait pas, plusieurs observatoires entreprendront certainement bientôt de faire isolément de la photographie stellaire, chacun à une échelle et par des procédés plus ou moins différents. Il en résulterait un regrettable désordre dans l'ensemble du travail, beaucoup de lacunes, de doubles emplois, de forces et de temps perdus.

» Une réunion des directeurs des principaux observatoires ou de leurs représentants pourrait bien facilement établir cette entente si désirable.

» La seule objection, peu sérieuse d'ailleurs, qui ait été faite jusqu'ici, est celle de la déformation possible des images, provenant de quelque défaut de l'objectif; mais cette déformation est absolument insensible dans l'appareil de l'Observatoire, sur des images de 2°30′ à 3° de diamètre, et les méridiens et les parallèles pourront facilement se tracer sur les Cartes à

l'aide d'un instrument spécial, qui est en construction. Il est bien évident d'ailleurs que des Cartes célestes ne peuvent, pas plus que des Cartes géographiques et toute construction graphique, donner des positions absolues avec la même rigueur que le calcul; il sera toujours nécessaire de faire des Catalogues d'étoiles fondamentales, servant de point de repère; mais ce que les Cartes célestes donneront avec une extrême précision, c'est la position relative des astres voisins, qui est le document le plus important pour découvrir bien facilement leurs mouvements propres. On pourra alors les rapporter aux fondamentales les plus voisines, en cherchant à reconnaître s'il y a quelque loi commune à établir dans la marche de ce nombre infini d'astres.

» Quand on se rappelle que c'est au milieu de l'atmosphère si troublée, si défavorable de Paris, qu'ont été obtenues les photographies d'étoiles inférieures à la 16e grandeur, il est difficile d'imaginer la quantité prodigieuse d'astres nouveaux qui viendraient se révéler sur les clichés de MM. Henry si ces astronomes pouvaient établir leurs appareils sous le ciel si pur des tropiques ou dans des stations aussi favorables que le Pic du Midi; il est permis de croire qu'ils obtiendraient peut-être alors des étoiles de 18e grandeur et qu'on pourrait pénétrer bien plus profondément dans le ciel qu'on n'a pu le faire jusqu'ici; leurs clichés prendraient, sans doute, à quelque distance, l'apparence d'une nébulosité continue, comme le ciel luimême dans les belles nuits tropicales.

» Bien des corps inconnus ayant une marche sensible pendant une heure ou deux de pose, comme les petites planètes, les comètes, la planète transneptunienne, si elle existe, ou des satellites encore inconnus, révéleraient leur existence par le tracé de leur route au milieu des étoiles fixes, comme cela a déjà eu lieu pour Pallas.

» Les astronomes de l'étranger qui s'occupent plus spécialement de photographie céleste, auxquels j'ai envoyé quelques-unes de nos épreuves, en ont été très vivement frappés et reconnaissent tous la nécessité d'entreprendre le plus tôt possible ce grand travail d'ensemble.

» M. Common, à qui l'on doit la splendide photographie de la nébuleuse d'Orion, m'écrivait, il y a peu de jours encore, que ce progrès réalisait un grand changement dans l'Astronomie d'observation et formait un nouveau point de départ pour la Science astronomique.

» Quelques autres, il est vrai, ont trouvé ces photographies trop belles pour y croire et ont émis des doutes sur leur authenticité, les uns croyant à des retouches sur les clichés, d'autres allant jusqu'à supposer qu'on leur avait envoyé des photographies d'après des dessins ou des gravures;

c'était le plus bel éloge qu'ils pouvaient faire de l'œuvre de MM. Henry.

» Par leurs persévérants travaux et leur très grande habileté en Optique, ces deux astronomes viennent donc de réaliser un progrès d'une haute valeur qui fait grand honneur à l'observatoire de Paris et à la Science française. J'espère donc que l'Académie appréciera, comme ils le méritent, les services rendus à la Science par ces deux habiles astronomes; si elle voulait bien donner sa haute approbation au projet de construction de la Carte du ciel que l'observatoire de Paris propose aux observatoires étrangers, ce projet aurait beaucoup plus de chances d'être adopté.

» J'ai donc l'honneur de lui demander de vouloir bien soumettre la question à la Section d'Astronomie ([1]). »

Sur la proposition de M. **Faye**, les photographies obtenues par MM. Henry seront soumises à la Section d'Astronomie.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les réciprocants purs irréductibles du quatrième ordre;* par M. **Sylvester**.

« Dans une Note précédente, nous avons voulu donner le système de réciprocants irréductibles par rapport aux lettres a, b, c, d, e.

» Malheureusement une erreur de calcul s'est glissée dans la détermination de la forme numérotée (5) (p. 1228), et conséquemment la forme (6) qui, d'après notre méthode de calcul, dépend en partie de la forme (5) est aussi erronée. L'erreur est grave, car, en conséquence, un terme contenant $b^3 d$ se trouve dans cette dernière forme qui ne doit pas y paraître; cela empêcherait une combinaison ultérieure linéaire de cette forme avec le carré de la forme (4), qui donne naissance à une nouvelle forme irréductible.

» Dans la forme (5) donnée, au lieu de $1585ab^2c^2$ on doit lire $1485ab^2c^2$, et, au lieu de $-18000b^4c$, on doit lire $-3600b^4c$. Ainsi corrigée, la forme, en divisant par 9, devient

$$45a^3d^2 - 450a^2bcd + 192a^2c^3 + 165ab^2c^2 + 400ab^3d - 400b^4c,$$

et, en combinant celle-ci linéairement avec le produit de (2) et (4), on

---

([1]) Au moment d'entrer en séance, j'ai reçu une lettre du très éminent directeur de l'observatoire de Poulkova, M. O. Struve, qui reconnaît tout le mérite des photographies de MM. Henry et qui, en approuvant le projet proposé, dit que ce serait une œuvre splendide et des plus utiles pour de nombreuses études en Astronomie.

obtient, en divisant par a, pour la forme (6),

$$240a^2ce - 400ab^2e - 315a^2d^2 + 1470abcd - 1008ac^3 - 35b^2c^2.$$

» Sans aucun calcul arithmétique, on aurait dû prévoir que l'argument b^3d ne doit pas paraître là-dedans; car le terme qui contient $b^2\delta_d$ dans V, opérant sur b^3d, donne b^5, et évidemment aucune autre partie de V, opérant sur un terme quelconque de la forme commençant par a^2ce, ne peut donner ce même argument.

» En combinant linéairement le produit de cette forme par la forme $ac - b^2$ avec le carré de (4) (p. 1228), on obtient, en divisant par a, une nouvelle forme irréductible (7). C'est M. Hammond qui m'a averti de mon erreur de calcul et qui a calculé lui-même cette nouvelle forme dont il a vérifié l'exactitude par le moyen de l'équation différentielle partielle. On peut donc accepter avec pleine confiance pour (7) la forme

$$\begin{aligned}25a^3e^2 &- 350a^2bde - 4970a^2c^2e + 17150ab^2ce + 6615a^2cd^2\\ &- 9800ab^2d^2 - 31360abc^2d + 21217ac^4 - 14000b^4e\\ &+ 49000b^3cd - 34055b^2c^3.\end{aligned}$$

» Avec ces conventions le système complet de *Grundformen*, pour le système de lettres a, b, c, d, e, sera constitué par les formes (1), (2), (3), (4), (6), (7). »

CHIMIE. — *Sur un spectre électrique particulier aux terres rares du groupe terbique.* Note de M. LECOQ DE BOISBAUDRAN.

« Il y a quelques années, j'avais observé et dessiné un spectre particulier qui se montrait avec divers oxydes terbiques, lorsque l'étincelle d'induction jaillissait à la surface de leurs solutions chlorhydriques. Ces oxydes (mélanges complexes confondus sous le nom de *terbine*) contenaient des proportions très variables de Yt^2O^3, Ho^2O^3, $Y\alpha^2O^3$, Sm^2O^3, Er^2O^3, et de terre jaune; les spectres de leurs solutions chlorhydriques comprenaient donc tout au moins les raies de Yt et Yα (ce dernier corps étant toujours très abondant dans ces mélanges). Il était toutefois possible de constater que le spectre spécial qui nous occupe ne pouvait être attribué à aucun des métaux terreux connus, sauf l'holmium et le terbium (celui-ci étant supposé défini par la coloration jaune de son oxyde).

» Les nombreux fractionnements que j'ai opérés depuis cette époque ont mis entre mes mains quelques séries de produits renfermant encore plu-

sieurs éléments, mais pratiquement privés des corps anciennement connus qui fournissent des spectres avec leurs solutions chlorhydriques et l'étincelle d'induction ordinaire. Le spectre spécial se voit ainsi très bien en l'absence des raies de Yt, La, Tu, Yα, Sc, Yb et au moyen de liqueurs qui ne montrent par absorption que très peu, ou point, de Di, Sm, Er, Tu. Dans les conditions de l'expérience, Ce, Th et Zr ne donnent pas de raies, de façon que notre spectre ne peut être attribué qu'à l'holmium, au terbium, à un corps nouveau, ou enfin aux terres productrices des fluorescences Zα et Zβ.

» La teinte jaune de son oxyde, calciné à l'air, a toujours été considérée comme propre au terbium et le caractérisant; il me paraît donc assez naturel de conserver le nom de *terbine* pour la terre la plus colorée du groupe. Ceci admis, le spectre spécial n'est pas attribuable au terbium puisqu'il se montre un peu plus brillant avec les oxydes faiblement colorés qu'avec ceux, beaucoup plus foncés, qui proviennent du fractionnement d'une même terre jaune (¹) par le sulfate de potasse. Ce sont les sulfates doubles les moins solubles qui fournissent la terre la plus colorée.

» Admettant, jusqu'à preuve du contraire, la non-identité de Zα et de Zβ, le spectre en question ne semble pas non plus appartenir à Zβ dont la fluorescence est la plus belle avec les terres les plus foncées.

» Le spectre électrique spécial suit, dans ses intensités, une marche de même sens que le spectre d'absorption de l'holmium si l'on considère les numéros successifs de chacun de mes fractionnements par le K^2O, SO^3. Les variations d'intensité ne paraissent pas cependant être tout à fait proportionnelles. Mais, en comparant des matières provenant de fractionnements différents (toujours par K^2O, SO^3), on observe des écarts si marqués entre les intensités du spectre d'absorption de l'holmium et du spectre électrique qu'il me paraît difficile d'attribuer ce dernier à l'holmium.

» L'incertitude qui règne encore en ce qui concerne le mode de production des fluorescences Sm, Zα et Zβ, incertitude qui peut jeter un doute sur les conclusions tirées de la comparaison des intensités de ces fluorescences, n'existe pas au même degré lorsqu'il s'agit d'un spectre électrique; aussi, mon impression est-elle que l'holmium n'est pas la cause de notre spectre d'étincelle.

» Quant à la fluorescence Zα, il est remarquable de la voir suivre les variations du spectre électrique spécial, non seulement dans l'intérieur d'un même fonctionnement, mais aussi lorsque l'on compare des produits

(¹) Cette terre était elle-même le résultat de très nombreux fractionnements par l'ammoniaque.

d'origines diverses. Les intensités relatives du spectre électrique et de la fluorescence $Z\alpha$ semblent bien varier un peu, mais, en présence de l'étude encore si incomplète des fluorescences, je ne me sens pas autorisé à conclure que ces variations indiquent clairement l'existence de deux éléments distincts.

» Cependant, afin d'éviter de futures confusions de nomenclature, je désignerai provisoirement par $Z\gamma$ le corps producteur du spectre électrique, lequel se compose de plusieurs bandes et raies ayant toujours très sensiblement conservé leurs éclats relatifs et devant, par suite, être considérées, jusqu'à plus ample informé, comme appartenant à un seul élément.

» Voici les positions approchées des *principales* raies et bandes de $Z\gamma$:

	Positions sur mon micromètre.	λ.	Observations.
γ	$101\frac{2}{3}$	583,5	Raie nébuleuse; assez bien marquée. Se détache sur une petite bande très nébuleuse et portant d'autres maxima moins accentués.
α	$102\frac{1}{3}$ environ	»	Commencement indécis de la bande.
	$104\frac{1}{4}$	575,0	Raie nébuleuse. Assez grosse. Très bien marquée. Notablement plus forte que $101\frac{2}{3}$.
	$105\frac{9}{10}$	570,0	Raie très nébuleuse. Assez large. Très facilement visible, mais beaucoup plus faible que $104\frac{1}{4}$. Termine la bande.
	$106\frac{1}{10}$	»	Fin très nébuleuse de la bande.
β	$121\frac{1}{5}$ environ	»	Commencement *nébuleux* d'une petite bande croissant de gauche à droite dans son ensemble. Cette bande porte plusieurs raies fines, quoique légèrement nébuleuses (1), qui, partant de son bord gauche, vont en augmentant d'intensité jusqu'à la raie 122,15, la plus brillante de toutes. De cette raie 122,15 à la fin de la bande, la lumière est assez faible.
	121,95 { env., milieu apparent }	526,9	Milieu apparent de l'ensemble de la bande. C'est la position qu'on mesure quand la fente est un peu large.
	122,15	525,9	Raie la plus forte. Forme le bord droit de la partie principale de la bande. Très bien marquée.
	$122\frac{1}{2}$ environ	»	Fin *nébuleuse* de la bande.

» *N. B.* — Dans son ensemble, cette bande est légèrement plus faible que la bande α, $102\frac{1}{3}$ — $106\frac{1}{10}$.

(1) Visibles avec une fente étroite.

M. l'amiral **Paris** présente à l'Académie le troisième cahier de ses « Souvenirs de marine. Collections de plans ou dessins de navires et de bateaux anciens et modernes, existants ou disparus, avec les éléments nécessaires à leur construction ».

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Membre de la Section de Mécanique, en remplacement de M. *Rolland* (¹).

Au premier tour de scrutin, le nombre de votants étant 55,

M. Deprez	obtient.	25	suffrages.
M. Boussinesq	»	23	»
M. Léauté	»	3	»
M. Sarrau	»	3	»
M. Kretz	»	1	»

Aucun candidat n'ayant réuni la majorité absolue des suffrages, il est procédé à un second tour de scrutin. Le nombre des votants étant encore 55,

M. Boussinesq	obtient.	29	suffrages.
M. Deprez	»	26	»

M. **Boussinesq**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

MÉMOIRES LUS.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Considérations relatives à l'éclairage électrique des phares*. Note de M. **Félix Lucas**.

« La haute utilité de l'éclairage des côtes, au double point de vue de la sécurité des navigateurs et du développement de la puissance maritime du pays, a depuis longtemps attiré l'attention des ingénieurs et des physiciens et excité, à juste titre, leur émulation pour la recherche du progrès. La France a, plus que toute autre nation, contribué aux perfectionnements

(¹) C'est par erreur que, dans le *Compte rendu* de la dernière séance, cette élection avait été annoncée comme devant se faire en remplacement de M. *Tresca* (page 138).

successifs des appareils d'éclairage des phares. Depuis vingt-cinq ans les découvertes faites dans le domaine de l'électricité ont ouvert un nouveau champ de recherches.

» Les phares actuellement éclairés par l'arc voltaïque sur les côtes de France sont ceux de Dunkerque, Calais, Gris-Nez, la Canche, la Hève, les Baleines et la Palmyre; un grand nombre d'autres phares de premier ordre, éclairés à l'huile minérale, doivent être transformés en phares électriques.

» J'ai indiqué, dans un *Mémoire sur les machines magnéto-électriques et l'arc voltaïque des phares*, inséré en juillet 1885 dans les *Annales des Ponts et Chaussées*, les lois et les conditions du fonctionnement des appareils. On emploie en tout 4 chevaux-vapeur de force pour produire 450 becs Carcel, en sorte qu'on obtient 112 becs par cheval-vapeur; comme le courant électrique est de 55 ampères et la résistance de l'arc de $0^{ohm},43$, la tension entre les deux pointes de charbon est de $23^{volts},65$ et l'énergie électrique est de 1300 watts; il en résulte que sur les quatre chevaux employés l'arc voltaïque n'absorbe que $1^{ch},76$; le reste est consacré à la transmission par courroies, à la rotation de la machine magnéto-électrique, à l'énergie intérieure de cette machine et à l'énergie extérieure correspondant au transport de la machine à l'arc.

» En somme, l'arc voltaïque présente, comparativement aux lampes à huile minérale, deux avantages de premier ordre pour l'éclairage des phares, savoir, la puissance lumineuse et la diminution du prix de l'unité de lumière; mais on peut malheureusement lui adresser quelques critiques dont la principale concerne l'instabilité capricieuse de sa lumière. Lorsqu'on observe avec attention un de ces puissants foyers, on reconnaît de suite que la grande lumière ne provient pas de cette flamme bleuâtre qui constitue à proprement parler l'arc voltaïque : elle provient des pointes de charbon portées à l'incandescence par l'énorme élévation de leur température. La flamme de l'arc constitue plutôt un écran qu'un foyer; elle absorbe plus de lumière qu'elle n'en donne : c'est le déplacement continuel de cet écran autour du charbon, c'est aussi la rotation capricieuse et continuelle des zones incandescentes autour des pointes qui constitue, bien plus que les variations de l'écartement moyen des pointes, les vacillations de la lumière observée. Cet inconvénient est tellement inhérent à la nature même de l'arc voltaïque qu'il paraît impossible d'arriver à le faire complètement disparaître.

» Mais du moment que c'est l'incandescence, et non la combustion ou le transport des particules du charbon d'un pôle à un autre, qui constitue la

vraie cause de la lumière, ne peut-on pas demander à l'incandescence dans le vide de fournir un foyer aussi puissant que l'arc voltaïque? Il m'a paru que c'est dans cette voie qu'il convient de rechercher la future solution du problème de l'éclairage électrique des phares et j'ai depuis plusieurs mois entrepris des études dans ce sens.

» Les conditions que je me suis imposées, en raison de la nature même du but poursuivi, sont les suivantes :

» 1° Le foyer lumineux doit présenter la forme d'une surface de révolution ayant un axe vertical, car il faut que la lumière soit également distribuée dans tous les azimuts.

» 2° Il faut recourir à des courants de quantité, c'est-à-dire donner beaucoup d'ampères au courant électrique et peu de résistance au corps incandescent, obtenir beaucoup de watts avec peu de volts, pour donner de la puissance au foyer sans produire en même temps une tension foudroyante ou simplement dangereuse.

» 3° Le corps incandescent ne peut être que le charbon, parce que ce corps est le seul qui puisse supporter, sans se fondre ou se volatiliser, des températures excessives.

» Dans une Note, insérée aux *Comptes rendus* de la séance du 8 juin 1885, j'ai fait connaître la loi qui unit les intensités lumineuses à celles des courants qui traversent un charbon incandescent. On peut obtenir 400 becs Carcel avec un courant de 170 ampères, et une résistance de $0^{\text{ohm}},04$ (résistance du corps incandescent), soit, en d'autres termes, avec une tension de 7 volts et une énergie de 1200 watts. Dans ces conditions, l'unité lumineuse n'exige pas, pour la partie incandescente du circuit, un travail mécanique supérieur à celui qu'elle exige aujourd'hui avec l'emploi de l'arc voltaïque. J'ai évalué à environ 4000° C. la température du charbon lumineux, et j'ai constaté que ce charbon n'est ni fondu, ni volatilisé.

» On sait que, dans les lampes à incandescence, il se produit à la longue un dépôt charbonneux sur la surface intérieure de l'enveloppe de verre. Cette diminution graduelle de la transparence serait surtout nuisible pour les grands foyers lumineux par incandescence. Je me suis efforcé d'en déterminer la véritable cause, et mes expériences démontrent qu'elle réside dans la présence de molécules d'oxygène à l'intérieur de la lampe. On constate, en effet, que la rapidité du dépôt est en relation directe avec la pression du gaz intérieur; on arriverait à une lenteur infinie, ou, en d'autres termes, à la cessation du dépôt, si l'on obtenait et conservait le vide absolu à l'intérieur du globe de verre. Une molécule d'oxygène non

enlevée se combine avec le charbon, près de sa réunion au conducteur métallique, région dans laquelle la température ne peut pas atteindre celle de la fusion du conducteur; il se forme ainsi une molécule d'oxyde de carbone; puis cette molécule, venant frapper la partie incandescente dont la température est assez élevée pour produire la dissociation, projette le carbone contre la surface intérieure de l'enveloppe de verre et rend l'oxygène disponible pour se combiner à nouveau.

» La réalisation du vide absolu dans un appareil à incandescence est rendue particulièrement difficile par la ténacité avec laquelle les charbons et les métaux retiennent les gaz qu'ils ont emmagasinés dans leurs pores. Sous l'influence de l'élévation de température que fait naître le passage du courant électrique, ces gaz se dégagent d'abord en grande partie; mais le dégagement devient bientôt d'une telle lenteur qu'il semble qu'on soit en présence d'un phénomène obéissant à une loi asymptotique. Ce fait, que j'ai pu nettement constater, montre que tout appareil destiné à produire, sur une grande échelle, la lumière incandescente devrait être muni d'un *absorbeur* susceptible d'emmagasiner constamment, à toute époque du fonctionnement de la lampe, les gaz dégagés en faible quantité par les charbons et les métaux chauffés.

» Il est à remarquer, d'autre part, que les gaz dégagés pendant le passage du courant et non enlevés de l'appareil sont réabsorbés ensuite par les charbons pendant la période du refroidissement. Par conséquent, la présence d'une faible quantité de gaz dans une lampe à incandescence a pour conséquence d'obliger le charbon à des dégagements et à des réabsorptions périodiques; de là un travail mécanique imposé à ses molécules et, par suite, une des causes principales de la destruction plus ou moins prochaine de la lampe. Pour donner à un grand foyer d'incandescence des conditions sérieuses de durée, il faut s'affranchir de la dangereuse influence des gaz même les plus raréfiés; j'ai reconnu que cette difficulté peut se résoudre en recourant à l'emploi d'appareils absorbants.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MM. **J. Ferran** et **I. Pauli** adressent, de Tortose, une Note portant pour titre : « Le principe actif du koma-bacille, comme cause de mort et d'immunité ».

De quatre séries d'expériences, effectuées sur des cobayes, les auteurs

tirent les conclusions suivantes : « 1° Le koma-bacille mort communique la tolérance qui permet de résister aux effets du bacille-virgule vivant; 2° le principe actif du bacille-virgule, isolé par des procédés connus, confère une accoutumance qui permet de résister aux effets du microbe vivant, et *vice versa*. »

D'après les auteurs, « la cause qui détermine l'immunité et la cause qui provoque la mort sont une seule et même cause, de nature essentiellement chimique; par conséquent, l'immunité n'est en réalité qu'un fait d'accoutumance, que l'on peut obtenir par des agents purement chimiques... »

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Maire de Chamounix** informe l'Académie que la commune de Chamounix se propose de célébrer, au mois d'août 1887, le centenaire de la première ascension au mont Blanc de *H.-B. de Saussure*.

A cette même date, sera fixée l'inauguration d'un monument que la commune se propose d'élever, sur l'une de ses places, à de Saussure, auquel elle doit la célébrité. Le Comité qui s'est formé pour ouvrir une souscription internationale, dans ce but, espère que les savants français voudront bien s'y associer.

Une liste de souscription, pour le monument à élever à H.-B. de Saussure, sera ouverte au Secrétariat de l'Institut.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une Brochure de M. *L. Magnien*, intitulée : « Rapport adressé à M. le Ministre de l'Agriculture, sur les expériences entreprises en Bourgogne pendant l'année 1885, dans le but de déterminer un moyen pour combattre le mildew ». (Présenté par M. Hervé Mangon.)

(Renvoi à la Commission nommée.)

M. **R. Dubois**, M. **Defforges**, M. **Edlund** adressent des remerciements à l'Académie, pour les distinctions dont leurs travaux ont été l'objet dans la dernière séance publique.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la statistique solaire de l'année* 1885. Note de M. **Rod. Wolf.**

« Des observations solaires faites à l'observatoire fédéral de Zurich et des observations magnétiques faites à l'observatoire de Milan, je viens de déduire les valeurs suivantes, pour les moyennes mensuelles des nombres relatifs r, des variations en déclinaison v, et des accroissements Δr et Δv que ces quantités ont reçus depuis les époques correspondantes de l'année 1884 :

	Zurich.		Milan.	
1885.	r.	Δr.	v.	Δv.
			′	′
Janvier	31,4	−63,2	3,89	−1,44
Février	67,2	−24,0	4,75	−2,93
Mars	46,6	−40,8	8,83	−2,69
Avril	54,6	−20,4	10,64	−2,87
Mai	80,5	15,5	10,46	−0,16
Juin	82,1	31,3	12,04	−0,07
Juillet	61,4	8,9	10,78	0,73
Août	47,7	− 8,1	10,13	0,61
Septembre	43,4	−19,2	9,32	−0,91
Octobre	42,6	2,6	7,24	−2,05
Novembre	26,8	− 9,9	4,40	−1,46
Décembre	18,9	−29,4	2,87	−0,75
Moyenne	50,3	−13,0	7,95	−1,16

» Il résulte de ce Tableau, non seulement que le nombre relatif et la variation magnétique ont tous les deux diminué considérablement depuis l'année 1884, et viennent confirmer l'époque

$$1883,9,$$

que j'ai acceptée pour le dernier maximum, mais encore que la marche de ces deux diminutions a été à peu près la même. En introduisant, dans la formule

$$v = 5',62 + 0,045 r,$$

que j'ai établie autrefois pour Milan, la moyenne annuelle $r = 50,3$, on obtient $v = 7',88$, c'est-à-dire, à sept centièmes près, la même valeur que l'on a conclue des observations magnétiques elles-mêmes. Voilà encore un résultat d'une haute importance, et qui ne permet plus de douter du rapport intime de ces deux phénomènes, si différents au premier coup d'œil. »

PHYSIQUE. — *Sur des longueurs d'onde jusqu'ici non reconnues.* Note de M. **Langley**, présentée par M. Faye.

« La température de la surface de notre planète dépend des propriétés de la chaleur rayonnante et de leur rapport avec l'action de l'atmosphère. On a comparé autrefois cette action à celle des vitres d'une serre chaude; mais j'ai démontré dernièrement que l'air ne se comporte pas comme le verre, qui transmet moins de chaleur solaire obscure que de chaleur lumineuse. A l'exception des bandes d'absorption (dont il a donné les longueurs d'onde avec les longueurs d'onde solaires extrêmes jusqu'à $0^{mm},0027$ dans les *Comptes rendus* du 11 septembre 1882), l'air ne devient pas plus athermane, mais plus diathermane pour la chaleur *solaire*, jusqu'à la plus grande longueur d'onde qu'on ait observée. Il faut donc modifier nos idées sur la nature de l'action par laquelle la chaleur solaire est emmagasinée pour soutenir la vie organique, et il est d'un haut intérêt de déterminer les longueurs d'onde de la chaleur émise par un corps ayant la température du sol.

» Depuis la présentation du Mémoire cité plus haut, je me suis occupé de recherches sur les spectres produits par des sources de chaleur de toutes les températures, depuis celle du platine en fusion jusqu'à celle de la glace fondante, et en particulier des spectres formés aux basses températures qui correspondent aux conditions ordinaires du sol; et j'ai été conduit à reconnaître l'existence de longueurs d'onde, non encore mesurées, que je n'ai pu trouver jusqu'ici dans la chaleur solaire, même dans ses ondulations infra-rouges les plus extrêmes. Il faut avant tout distinguer ici ce que l'on sait depuis longtemps de ce que l'on a démontré récemment, et de ce qui va être présenté pour la première fois.

» Les mesures de Newton, traduites en termes de la théorie actuelle, donnent (approximativement) la longueur d'onde du violet de $0^{mm},0004$ et du rouge de $0^{mm},0007$. M. Cornu a démontré que les radiations solaires ultra-violettes extrêmes, qui arrivent jusqu'à nous, ont une longueur d'onde d'un peu moins de $0^{mm},0003$, tandis qu'on a observé des ondes ultra-violettes d'une longueur d'un peu moins de $0^{mm},0002$, provenant de sources terrestres.

» Quant au rouge inférieur dont nous nous occupons particulièrement ici, les physiciens ont cru généralement, jusqu'en 1882, qu'on n'avait jamais observé de longueur d'onde beaucoup plus grande que $0^{mm},0010$.

» Jusqu'à une époque très récente, les limites des spectres connus, provenant de toutes les sources célestes ou terrestres, étaient donc de 2,000 à 10,000 environ de l'échelle d'Angström, c'est-à-dire de $0^{mm},0002$ à $0^{mm},0010$, et même, l'année dernière, un juge aussi compétent que M. Becquerel a maintenu que les radiations les plus extrêmes dont l'existence ait été expérimentalement démontrée n'atteignaient pas une longueur d'onde de plus de $0^{mm},0015$. Comme on a plus récemment reconnu l'exactitude de mes mesures antérieures jusqu'à $0^{mm},0027$, je rappellerai, pour mémoire seulement, que j'ai publié, dans les *Annales de Chimie et de Physique de* 1884, une description minutieuse des moyens que j'ai employés.

» En réservant pour une publication subséquente la description détaillée des appareils et des méthodes sur lesquels sont basées les nouvelles déterminations que je vais donner, je me borne ici à présenter les résultats principaux des travaux institués à l'Allegheny Observatory dans cette direction, depuis 1882, notamment sur les spectres de corps noirs, sur lesquels jusqu'à présent on n'avait point, que je sache, de données expérimentales.

» Supposons que la chaleur de chaque source à examiner soit représentée par une courbe pareille à celle de la *fig.* 2 dudit Mémoire des *Comptes rendus,* où l'échelle des abscisses est directement proportionnelle à la longueur d'onde. On voit, dans cette figure, que la chaleur provenant du Soleil cesse sensiblement à une longueur d'onde de $0^{mm},0027$, et la première question qui se présente tout naturellement est celle-ci : *Ces longueurs d'onde de l'infra-rouge qui viennent du Soleil, et qui correspondent sans doute en partie aux spectres qui seraient observés dans les corps noirs si nous les pouvions étudier, ces longueurs, dis-je, comprennent-elles toutes les longueurs d'onde qui sont émises par un corps terrestre quelconque?*

» J'ai observé que :

» 1° La chaleur représentée par les aires de mes courbes, construites d'après les spectres d'émission des corps *froids* et noirs, manque, même dans ses ondulations infra-rouges les plus extrêmes. Dans tous les cas, le point du maximum de chaleur de ces sources obscures a une longueur d'onde plus grande que 27000 Angström, c'est-à-dire plus grande que la chaleur solaire la plus basse qui semble arriver jusqu'à nous.

» 2° Un accroissement de température augmente toutes les ordonnées, mais non pas dans les mêmes proportions, et le mouvement progressif du maximum de chaleur dans les spectres des corps noirs, à mesure que la température s'élève, quoique nié récemment par quelques-uns, semble démontré sans réplique.

» 3° Les courbes ne sont pas symétriques, la plus grande partie de l'aire, c'est-à-dire de la chaleur représentée, étant plus basse que le maximum, ou dans la direction des longueurs d'onde plus grandes.

» 4° Le spectre de chaleur presque entier de la plus grande partie de ces sources traverse un prisme à des angles que les théories un peu empiriques de nos livres ont jusqu'ici déclarés impossibles.

» Mes recherches ont porté sur les sources de chaleur comprises entre 100° et — 2°, celles-ci rayonnant sur un corps encore plus froid. Je ne donne pas ici de valeurs absolues; je me borne à faire remarquer que la plus petite valeur qui répond au point de chaleur maximum dans le spectre de la glace fondante est, dans tous les cas, plus grande que 50 000 de l'échelle d'Angström. Cette longueur ne se rapporte, bien entendu, qu'à la position du maximum de chaleur dans un pareil spectre; mais mes expériences rendent extrêmement probable qu'on peut reconnaître, par le bolomètre, des ondes dont la valeur ne saurait être moindre que 150 000 de l'échelle d'Angström. Ce n'est pas que ces longueurs d'onde soient déjà absolument déterminées : je me borne ici aux valeurs minima dont les limites d'erreur possible seront établies plus tard dans un Mémoire plus étendu. Elles sont, en effet, assez saisissantes pour nous incliner à la prudence; mais, en parlant avec la réserve imposée ici par le besoin de brièveté, je puis dire que tout me porte à croire que les radiations dont Newton trouva la limite inférieure à $0^{mm},0007$, valeur qui a subi peu de changement jusqu'à une époque très récente, ont été étendues par ces recherches jusqu'à $0^{mm},0150$, c'est-à-dire à plus de vingt fois la limite de Newton, de sorte que la grande lacune qui existait, entre la vibration la plus basse connue de la lumière et la vibration la plus haute du son, a été en partie comblée.

» Tout en espérant que ces conclusions ne seront pas sans intérêt pour la Physique pure, je crois y entrevoir aussi la possibilité, pour l'astronome-physicien, d'employer à l'avenir des moyens plus fructueux. J'espère déterminer la nature des procédés, encore inconnus, qui conservent la température de la surface de notre planète, et défendent l'existence de la vie organique contre le froid qui, sans cela, résulterait des radiations trop libres du sol vers l'espace. »

PHYSIQUE. — *Sur la vitesse d'écoulement des liquides.* Note de M. **Th. Vautier**, présentée par M. Cornu.

« Les expériences tendant à déterminer la vitesse d'écoulement des liquides résultent, en général, de la mesure de la dépense et d'un coefficient de contraction du jet. Toutefois Bossut ([1]) vérifie la loi de Torricelli par deux expériences, dans lesquelles il mesure la portée d'un jet d'eau lancé horizontalement.

» Je suis arrivé, dans le cours de recherches relatives à ce sujet, à l'application d'une méthode graphique, qui permet de mesurer directement la vitesse d'écoulement des liquides, et je me sers de cette méthode depuis plusieurs mois.

» Dans le fond plat et horizontal d'un vase cylindrique plein d'eau, est percé un orifice en mince paroi, auquel on peut d'ailleurs substituer un ajutage. Un jet s'écoule donc verticalement de haut en bas. A l'intérieur du vase et suivant son axe, on place un tube contenant une émulsion d'un liquide insoluble de même densité que l'eau : ce liquide est un mélange, en proportions convenables, de nitrobenzine et d'essence de térébenthine. Les bulles très fines de l'émulsion passent dans l'axe du jet dont elles prennent exactement la vitesse, ainsi que je l'ai vérifié en modifiant la densité du liquide témoin : dans des limites assez étendues, l'expérience accuse une vitesse indépendante de cette densité. La vitesse se mesure de la manière suivante.

» On projette l'image du jet et, par suite, celle des bulles sur une plaque photographique qu'un mécanisme convenable force à se déplacer perpendiculairement à la trajectoire des bulles. L'écoulement ayant lieu, on découvre, au moyen d'un obturateur, la plaque sensible qui reçoit ainsi pendant son passage l'image du jet.

» Sur le cliché apparaissent alors une ou plusieurs lignes, suivant qu'il a passé dans le jet une ou plusieurs bulles pendant la course de la plaque. Ces lignes sont inclinées, la direction de chacune d'elles résultant de deux mouvements rectangulaires, celui de la plaque et celui de la bulle. La vitesse du cliché est déterminée par les vibrations d'un diapason (250^{vd}) et la direction exacte du mouvement de la plaque photographique est marquée par

([1]) Bossut, *Traité élémentaire d'Hydrodynamique*, t. II, p. 120.

un tracelet délié. On mesure l'angle que fait avec ce trait une des lignes inclinées de l'épreuve photographique : de cet angle, on déduit aisément la vitesse de la bulle et, par suite, celle de la portion du jet que l'on étudie.

» J'ai appliqué cette méthode à la mesure de la vitesse d'écoulement de l'eau par un orifice en mince paroi, de $5^{mm},90$ de diamètre, sous des pressions variant de $0^{m},15$ à $0^{m},30$ d'eau. C'est à dessein que ces expériences ont été limitées d'abord à des pressions si voisines, afin que l'on puisse être fixé, par le degré de constance des résultats, sur la précision réelle du procédé. Avec un appareil imparfait, l'erreur moyenne est restée au-dessous de $\frac{1}{150}$.

» Je me propose d'étudier ainsi, mais sous des pressions notablement différentes, la vitesse d'écoulement de différents liquides et, en particulier, des liquides visqueux [1]. »

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur les images secondaires ou de persistance.* Deuxième Note de M. **F.-P. Le Roux.**

« La contemplation, même très courte, d'un objet vivement lumineux donne lieu, après sa cessation, à la perception de certaines impressions qui reproduisent les contours de l'objet contemplé. Ces impressions durent souvent pendant plusieurs minutes après que la contemplation de l'objet a cessé.

» Ces impressions persistantes ont été étudiées, sous le nom d'*images secondaires,* par un assez grand nombre d'observateurs qui se sont surtout attachés à l'étude de la succession de leurs colorations. Quant à la cause de ces phénomènes, elle est restée jusqu'ici complètement énigmatique, et certains auteurs paraissent la supposer d'ordre psychique.

» Dans une précédente Communication (*Comptes rendus,* t. XCIX, p. 606; 1884), j'ai signalé la disparition et la réapparition de ces images, sous l'influence de cahots plus ou moins violents.

» Cette observation demande, pour pouvoir être réalisée, des circonstances spéciales; mais, lorsque celles-ci sont remplies, elle est des plus nettes. Je parais être seul jusqu'ici à l'avoir réalisée, mais le résultat est

---

[1] Ce travail est en voie d'exécution au Laboratoire de Physique de la Faculté des Sciences de Lyon.

pour moi toujours le même. Je le constatais depuis plusieurs années avant la publication précitée, et depuis j'ai eu plusieurs fois l'occasion de voir le phénomène se reproduire.

» Comme il est resté jusqu'ici individuel, il n'y a pas lieu de décider si le phénomène dont il s'agit est physiologique ou pathologique. Mais cette circonstance n'en diminue aucunement l'importance, en ce qui regarde le jour que cette observation peut jeter sur l'origine des impressions persistantes.

» Certaines causes mécaniques peuvent modifier ces perceptions; mais affectent-elles les parties modifiées directement par la lumière, ou bien les filets nerveux qui transmettent la sensation à la masse cérébrale, ou bien enfin les parties mêmes de celle-ci où s'élabore la perception? C'est ce que l'on ne saurait dire d'une manière certaine, car jusqu'ici rien n'a pu faire connaître si les images persistantes proviennent d'une modification plus ou moins durable de la partie de l'œil frappée par la lumière, ou bien des filets nerveux, ou bien enfin de la masse cérébrale.

» Une observation toute différente de celles dont je viens de parler vient me permettre aujourd'hui de localiser la cause du phénomène de la persistance. Voici l'expérience : je regarde, avec un seul œil, le Soleil pendant un temps très court, puis je rentre à l'obscurité; je constate l'existence de l'image persistante. Au moyen des doigts, j'exerce alors sur le globe oculaire une pression graduée et je vois l'image s'évanouir peu à peu, même jusqu'à disparition complète. En cessant la compression, je vois l'image réapparaître graduellement, mais avec des dimensions et une intensité d'autant moindres que la compression aura été plus prolongée.

» On peut avoir une idée de l'apparence du phénomène, en exerçant une pression sur la peau avec un corps convexe, de manière à produire une tache blanche circulaire par l'expression du sang; lorsque la pression cesse, on voit la peau reprendre progressivement sa teinte rosée, par le rétablissement de l'afflux sanguin. Mais il y a cette différence que, dans le cas d'une pression sur la peau, le changement d'aspect se propage du centre à la circonférence et inversement au moment de la décompression, tandis que, dans les variations de l'image persistante, l'évanouissement de celle-ci par la compression commence à la circonférence, pour se terminer au centre, et son rétablissement commence par le centre; ce qu'on peut exprimer en disant que leur évanouissement par compression est centripète, et que le rétablissement par décompression est centrifuge.

» Il y a lieu d'ailleurs de faire remarquer que l'évanouissement non pro-

voqué des images persistantes est centripète : les images diminuent de diamètre, en s'éteignant spontanément.

» Il est encore un grand nombre d'autres circonstances intéressantes, sur lesquelles le cadre de cette Note ne me permet pas d'insister; je me borne donc à poser cette conclusion, que l'on peut maintenant affirmer que le siège du phénomène auquel sont dues les images persistantes réside aux environs de la partie postérieure du globe oculaire, et que probablement un ou plusieurs liquides y jouent un rôle important. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du sulfure d'antimoine sur le sulfure de potassium*. Note de M. A. **Ditte**, présentée par M. Berthelot.

« J'ai étudié, dans des Communications précédentes (*Comptes rendus*, t. XCVIII, p. 1271, 1380, 1429), les combinaisons que forment les sulfures de mercure et de cuivre avec les sulfures alcalins et les phénomènes qui accompagnent la production de ces sels doubles; le sulfure d'antimoine donne lieu à des observations de même nature.

» I. Lorsqu'on traite du sulfure d'antimoine hydraté par une solution concentrée de monosulfure de potassium, il s'en dissout beaucoup, et l'on obtient une liqueur qui, évaporée en présence d'un excès de sulfure alcalin, dépose de gros cristaux. Ils sont octaédriques, transparents, faiblement colorés en jaune, et leur composition est exprimée par la formule $2KS, SbS^3$. L'eau froide les dédouble en donnant un dépôt orangé et enlevant du sulfure de potassium tant qu'elle ne renferme pas une proportion convenable de ce dernier, puis elle les dissout sans les altérer.

» II. Si l'on sature de sulfure d'antimoine une solution peu concentrée de sulfure de potassium, on a une liqueur dans laquelle le sulfure $2KS, SbS^3$ ne peut plus se former, mais qui peut donner naissance à un composé moins riche en sulfure alcalin et peu soluble dans l'eau. Cette dissolution, évaporée dans le vide, dépose en effet bientôt des petits cristaux rouge clair, transparents, prismatiques, et terminés par deux pyramides allongées qui donnent au cristal l'apparence d'un fuseau; leur composition répond à la formule $2SbS^3, KS, 3HO$.

» Ce sulfure double est facilement altéré par la lumière. On le constate par exemple en abandonnant à l'air dans un flacon mal bouché la liqueur précédente; le sulfure alcalin est lentement décomposé par l'oxygène, et il se forme peu à peu des aiguilles fines du sulfure $2SbS^3, KS, 3HO$ qui rem-

plissent tout le flacon. La masse rouge orangé ainsi produite brunit rapidement à la lumière du jour; elle noircit à la surface en quelques instants, quand on l'expose aux rayons du Soleil.

» III. Lorsqu'on fond un mélange en proportion convenable de sulfure d'antimoine, de carbonate de potasse et de soufre, on obtient une matière qui, lentement refroidie, laisse, quand on la reprend par l'eau froide, des cristaux rouges, transparents quand ils sont minces, et qui contiennent KS, SbS^3. L'eau les décompose en leur enlevant du sulfure de potassium et donnant un dépôt rouge orangé.

» IV. Avant de donner naissance aux sulfures doubles dont il vient d'être question, le sulfure de potassium transforme le sulfure d'antimoine d'une manière assez remarquable. Si à du sulfure orangé mis en suspension dans l'eau on ajoute quelques gouttes de sulfure de potassium, la couleur du sulfure d'antimoine change peu à peu, et au bout de quelques instants tout se prend en une gelée compacte; celle-ci a l'aspect d'une masse brun rouge foncé, couleur de foie, et soluble dans un excès alcalin en donnant une liqueur jaune clair. Si l'on n'ajoute qu'une trace de sulfure de potassium, il faut attendre plusieurs minutes avant de voir la transformation commencer, et ce n'est qu'au bout de quelques heures que la masse se prend en gelée à peine consistante, à cause de la faible quantité de sulfure métallique dissoute et modifiée par le sulfure alcalin que renferme la liqueur.

» Toute dissolution formée en présence d'un excès de sulfure d'antimoine, puis filtrée, est un liquide jaune clair décomposable par l'eau. Un excès de ce liquide la colore en rouge plus ou moins foncé, suivant la concentration de la liqueur primitive, et, après un laps de temps qui peut varier de quelques minutes à vingt-quatre heures, tout se prend en une gelée transparente dont la teinte varie du jaune rougeâtre au rouge carmin foncé, selon qu'il y avait peu ou beaucoup de sulfure métallique dissous. Cette transformation n'a jamais lieu quand la liqueur primitive a été préparée en présence d'un excès de sulfure de potassium.

» Ainsi, prenons du sulfure orangé en suspension dans l'eau, et ajoutons-y quelques gouttes de sulfure de potassium; la masse se prend en un instant en une pâte molle, sans changement sensible de couleur, puis elle devient rouge. On ajoute alors du sulfure alcalin de manière à dissoudre la majeure partie du sulfure d'antimoine, on agite vivement et l'on filtre, puis on sépare en quatre parties la liqueur jaune clair ainsi obtenue.

» La première partie, conservée dans un tube scellé, y reste indéfiniment inaltérée. La seconde, abandonnée à l'air, donne peu à peu un dépôt

rouge orangé et en fines aiguilles, de sulfure $2SbS^3, KS$ qui se forme à mesure que l'oxygène décompose le sulfure de potassium. La troisième, étendue de 8 à 10 fois son volume d'eau, devient rouge groseille foncé au bout de quelques secondes, puis se prend en gelée. La quatrième, additionnée d'une goutte de sulfure de potassium puis étendue de 8 à 10 fois son volume d'eau, ne se colore nullement, même après plusieurs jours, si on la conserve en vase clos; mais, si on l'expose à l'air, l'oxygène décompose peu à peu le sulfure alcalin en excès, la coloration rouge apparaît bientôt à la surface du liquide, se propage lentement à toute sa masse, et finalement la liqueur devenue rouge se prend en gelée.

» La solution, saturée de sulfure d'antimoine, puis additionnée de quelques gouttes de sulfure alcalin, qui peut être étendu d'eau sans se colorer, donne, quand on l'évapore lentement dans le vide, des cristaux du sulfure $2SbS^3, KS, 3HO$, tantôt libres, tantôt groupés en petits amas. Quand, par suite de l'évaporation, la liqueur mère devient très chargée de sulfure alcalin, ce sont les cristaux du sel double $2KS, SbS^3$ qui prennent naissance.

» L'action du sulfure de potassium sur celui d'antimoine peut, comme on le voit, donner lieu à la formation de sulfure d'antimoine colloïdal; celle-ci est rattachée à la production de sulfures doubles analogues à ceux dont M. Berthelot a reconnu l'existence en étudiant au calorimètre l'action du sulfure d'antimoine sur le sulfure de sodium (*Comptes rendus*, t. CII, p. 27).

» V. Lorsqu'on introduit du sulfure d'antimoine hydraté dans une solution froide et concentrée de sulfure de potassium saturée de soufre, le sulfure métallique se dissout et, à sa place, se déposent des flocons jaunes qu'on aurait pu prendre *a priori* pour du persulfure d'antimoine; mais il n'en est rien, et les flocons ne sont autre chose que du soufre qui se sépare en même temps que la liqueur perd sa teinte rouge. Le sulfure d'antimoine décompose le persulfure alcalin, en formant un sel double avec le monosulfure de potassium; il suffit, en effet, pour que cette réaction soit exothermique, que la chaleur de formation du sulfure double qui prend naissance soit supérieure à la chaleur que dégage S^3 en s'unissant à KS pour donner le persulfure; or cette dernière, déterminée par M. Sabatier, est $6^{Cal},2$ pour le polysulfure solide, et pour le même corps dissous $2^{Cal},6$ seulement. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une nouvelle synthèse d'un bornéol inactif.* Note de MM. **G. Bouchardat** et **J. Lafont**, présentée par M. Berthelot.

« La synthèse du camphre de Bornéo a déjà été effectuée par M. Berthelot en traitant le camphre par la potasse alcoolique qui donne du bornéol actif et de l'acide camphique ([1]), puis par M. Baubigny ([2]) en fixant de l'hydrogène sur le camphre. Mais, jusqu'à ce jour, on n'avait pas transformé les carbures térébéniques monovalents, essence de térébenthine ou camphènes en bornéol sans passer par l'intermédiaire du camphre. Nous avons réussi à effectuer cette synthèse en partant du plus stable des carbures térébéniques monovalents, le térébène ou camphène inactif, $C^{20}H^{16}(-)$; nous l'avons ainsi transformé par fixation directe d'un acide organique en un éther du bornéol qui, saponifié, nous a fourni un bornéol $C^{20}H^{16}(H^2O^2)$ inactif sur la lumière polarisée.

» Nous avons chauffé à 100° pendant trente-six heures un mélange de térébène et de une fois et demie environ d'acide acétique cristallisable, fait de façon que les deux liquides soient entièrement dissous l'un dans l'autre. Le liquide, après avoir été chauffé, a été additionné d'eau pour séparer l'acide acétique, agité ensuite avec un léger excès d'eau alcaline, puis soumis à une série de distillations fractionnées; il se sépare en térébène bouillant vers 156° et en un produit bouillant vers 215° sans formation sensible d'aucun autre produit. Il s'en forme, dans ces conditions de temps et de température, 5 pour 100 seulement du poids de térébène. Si l'on chauffe le mélange d'acide et de térébène à 150°, ainsi que nous l'avons observé, la vitesse de combinaison est sensiblement accrue. Ce corps bouillant à la température de 215°, sans altération, a la composition d'un acétate de térébène $C^{20}H^{16}(C^4H^4O^4)$; c'est l'éther acétique d'un bornéol, c'est un liquide assez mobile; son odeur rappelle celle de l'essence de thym. Il est neutre aux réactifs colorés : il n'agit pas sur la lumière polarisée; sa densité à 0° est 0,977. Traité à 100°, en vase scellé, pendant dix heures, par son poids de potasse dissous dans l'alcool, il fournit exclusivement de l'acétate de potasse et du bornéol inactif, d'après l'équation

$$C^{20}H^{16}(C^4H^4O^4) + KOHO = C^{20}H^{16}(H^2O^2) + C^4H^3KO^4.$$

([1]) Berthelot, *Annales de Chimie et de Physique,* 3e série, t. LXVI, p. 79.
([2]) Baubigny, *Annales de Chimie et de Physique,* 4e série, t. XIX, p. 221.

7gr,1 d'éther camphénacétique ont fourni ainsi 1gr,6 d'acide acétique et du bornéol que l'on purifie par distillation.

» Le bornéol inactif dérivé du térébène et qu'il conviendrait mieux d'appeler *camphénol* inactif, ainsi que l'avait proposé M. Berthelot pour le bornéol actif de synthèse, pour rappeler son origine et le distinguer du bornéol naturel ou camphre de Bornéo, ce bornéol inactif est solide et parfaitement cristallisé à la température ordinaire. Son odeur est à la fois camphrée et poivrée, rappelant surtout à un très haut degré l'odeur de moisissure ou de poussière indiquée pour le bornéol naturel fourni par le *Driobalanops camphora*. Il bout sans altération à la température de 208° à 211° sous la pression normale. Il se sublime avec la plus grande facilité dès la température de 100° à la façon du camphre ordinaire. Purifié autant que possible par sublimation de traces de produits liquides (cymène) qui l'accompagnent obstinément, il a fondu, suivant les échantillons, de 185°,5 à 190°; nul doute que, par une purification plus parfaite, on n'atteigne le point de fusion 198°-199° indiqué pour le camphre de Bornéo.

» Il est inactif sur la lumière polarisée comme le térébène, comme l'acétate de térébène, qui lui ont donné naissance.

» Sa composition répond à la formule $C^{20}H^{18}O^2$.

C................................	77,1
H................................	11,6

oxydé par l'acide nitrique, il fournit un camphre complètement inactif

$$C^{20}H^{18}O^2 + O^2 = C^{20}H^{16}O^2 + H^2O^2.$$

Toutes ces propriétés sont donc, sauf l'action sur la lumière polarisée, celles du bornéol. Pour l'identifier complètement et le distinguer du camphre de composition très voisine, nous l'avons transformé en éther chlorhydrique en le maintenant à 100° pendant douze heures avec 15 fois son poids d'acide chlorhydrique saturé. Le chlorhydrate obtenu est solide, il a l'aspect du monochlorhydrate d'essence de térébenthine et de camphène; il en possède l'odeur, il bout à 207°. Sa composition répond à la composition exprimée par la formule $C^{20}H^{16}(HCl)$ $(Cl = 20,2)$; il nous paraît identique avec le chlorhydrate de térébène ou camphène inactif. Le corps qui lui a donné naissance est donc bien du *bornéol* ou *camphénol* inactif, le camphre ne donnant pas de composé chlorhydrique dans les conditions précédentes.

» D'après nos recherches, le térébène ou camphène inactif monovalent

peut s'unir une molécule à une molécule d'acide organique, d'acide acétique ou tout autre acide monobasique, comme il s'unit avec une molécule d'hydracide, d'acide chlorhydrique par exemple. Les corps formés paraissent être identiques avec les éthers du bornéol inactif ou camphénol inactif; ils fournissent par la saponification ce camphénol $C^{20}H^{18}O^2$, tandis que les combinaisons du même carbure avec les hydracides régénèrent ce carbure $C^{20}H^{16}$ par le même traitement.

» Nous avons aussi réalisé la combinaison de l'essence de térébenthine elle-même avec l'acide acétique, et obtenu la formation d'un acétate puis d'un bornéol actif; mais la réaction, au lieu de donner naissance à un produit unique comme pour le camphène, est complexe; nous y reviendrons très prochainement. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Action des hautes pressions sur les tissus animaux*. Note de M. **P. Regnard**, présentée par M. Paul Bert.

« Dans le courant de l'année 1884, nous avons fait connaître à l'Académie un certain nombre de recherches effectuées en plaçant différents animaux aquatiques sous des pressions énormes, analogues à celles que subissent les êtres marins qui habitent les abîmes.

» Vers 350^{atm}, correspondant à un fond d'environ 3500^m, les animaux tombaient au fond du vase, comme endormis; ils se réveillaient dès qu'on diminuait la pression et se remettaient à nager. Un appareil muni de hublots en quartz, et éclairé par un rayon de lumière électrique, nous a permis de suivre toutes ces phases.

» Nous avons vu, de plus, que, si la pression était prolongée plus d'un quart d'heure environ, les animaux mouraient et qu'ils sortaient de l'appareil gonflés, turgides et ayant beaucoup augmenté de poids.

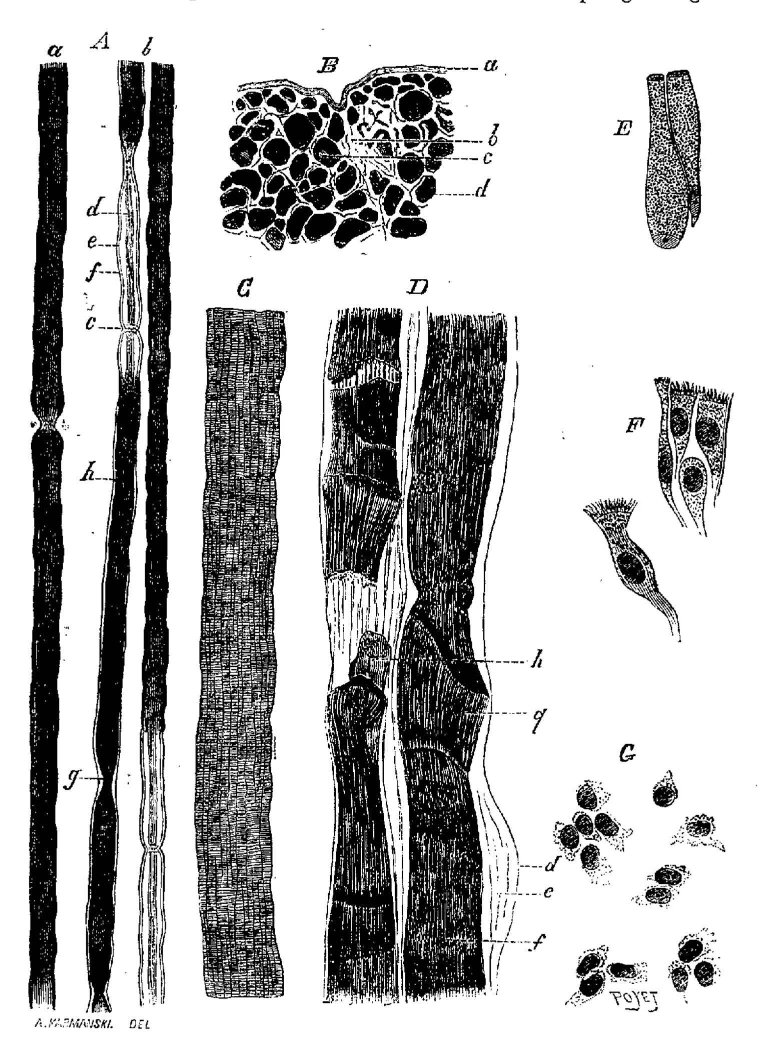
» C'est la cause de cet état que nous voudrions élucider aujourd'hui. Pour y arriver, nous plongeons dans notre appareil des pattes de grenouille, dépouillées de leur peau, et nous les portons successivement à 100^{atm}, 200^{atm}, 300^{atm}, 400^{atm}. Chaque fois, nous les laissons cinq minutes sous la pression.

» A 100^{atm} le muscle, examiné au myographe de Marey, semble à peine atteint; sa contraction enregistrée semble normale. A 200^{atm} et à 300^{atm}, le muscle a déjà perdu de sa contractilité; la secousse est plus lente, plus durable, mais moins énergique. A 400^{atm}, c'est à peine si le muscle se contracte; il est dur, gonflé, rigide: on casse l'animal en deux plutôt que de faire ployer une articulation. En analysant le phénomène, on voit qu'alors le muscle peut avoir doublé de poids. Des muscles de grenouilles, qui

pesaient d'abord 15^{gr}, pesaient déjà 17^{gr} après dix minutes de pression et 28^{gr} après deux heures.

» Il fallait connaître les lésions anatomiques qui pouvaient être cause de cette augmentation de poids. Pour cette étude délicate, M. W. Vignal a bien voulu s'adjoindre à nous.

» 1° *Épithélium.* — Après avoir mis sous 600^{atm} un œsophage de grenouille, nous



avons vu que toutes les cellules muqueuses E étaient comme éclatées, elles n'existaient plus que sous la forme d'un noyau entouré de protoplasma G.

» Les cellules à cils vibratiles F paraissaient au premier abord intactes, mais un exa-

men plus soigné montre que l'eau a pénétré dans leur intérieur et a refoulé ce protoplasma au voisinage du plateau sous la forme de petits grains.

» Sur les infusoires ciliés, les cils vibratiles sont gonflés, doublés de volume, et ils ne reprennent leurs fonctions que quand ils ont perdu, après dépression, l'eau dont ils étaient gorgés. Le même fait se voit très bien sur le pédicule des vorticelles.

» 2° Le *tissu conjonctif* est distendu par l'eau, ses faisceaux sont écartés. Dans les tendons les fibres sont séparées les unes des autres et baignent dans une atmosphère aqueuse.

» 3° Le *tissu musculaire* (C) présente des altérations de divers ordres : si la pression n'a duré que dix minutes, et si l'on examine les muscles profonds, on voit que la striation transversale est moins nette (D) et que le sarcolemme ne se montre plus à la surface du faisceau primitif, mais en est légèrement écarté. Les faisceaux sont devenus très friables et se brisent avec la plus grande facilité.

» Si la pression a duré quelques heures, les lésions sont multiples. D'abord le sarcolemme est plus ou moins soulevé (d, e). La striation transversale n'existe que dans quelques rares endroits, la longitudinale est très irrégulière; généralement elle a complètement disparu. La substance striée est elle-même brisée (g), refoulée (h) par l'eau dans le tube du sarcolemme et présente successivement des renflements et des amincissements considérables. Sur des coupes transversales (B), outre les lésions du tissu conjonctif ambiant, on voit que les fibrilles des faisceaux musculaires primitifs sont très écartées. Le protoplasma qui les sépare est gonflé (b, c, d).

» 4° Les *nerfs* (A) présentent, eux aussi, des lésions notables; en effet, leurs fibres, soumises seulement pendant dix minutes à une pression de 600^{atm}, ont des incisures beaucoup plus marquées qu'à l'état normal, et souvent la membrane de Schwann n'est plus accolée à la couche de protoplasma qui se trouve au-dessus de la myéline, mais en est écartée plus ou moins. Lorsque la pression est maintenue plus longtemps, les incisures deviennent encore plus marquées et, en même temps, on voit qu'au niveau de chaque étranglement (c) la myéline est refoulée des deux côtés sur une longueur plus ou moins considérable (d, e, f).

» 5° Les *globules sanguins* sont toujours détruits dans les vaisseaux superficiels.

» Nous rappellerons que M. Ranvier avait supposé que les échanges se produisent, dans les nerfs, surtout au niveau des étranglements. Nous venons de voir que, dans les fibres nerveuses soumises aux fortes pressions, la lésion principale s'est produite aux étranglements annulaires : c'est donc à ce niveau que la fibre nerveuse est le plus accessible à l'action des causes extérieures.

» Il va sans dire que tous nos examens ont été faits comparativement sur des tissus qui avaient été comprimés, et sur d'autres qui avaient passé le même temps simplement dans l'eau. Nous n'avons jamais trouvé la moindre lésion sur ces derniers.

» Quel est le mécanisme de cette pénétration d'eau dans les tissus? On peut le concevoir de deux manières :

» 1° Ou bien le protoplasma de l'épithélium, la matière même des fibres musculaires et la myéline des nerfs sont plus compressibles que l'eau, d'une part, et que leur enveloppe, d'autre part, et alors l'eau les refoule et prend leur place; puis, à la décompression, l'eau, n'ayant pas la possibilité de fuir, gonfle les tissus en les dilacérant.

» 2° Ou bien, comme le propose M. R. Dubois, l'eau, aux fortes pressions, se combinerait chimiquement aux albuminoïdes ; puis, à la décompression, l'eau redeviendrait libre et formerait les sortes d'infarctus aqueux que nous avons décrits.

» La question ne peut être décidée que par l'examen direct. Nous construisons en ce moment un appareil qui nous permettra de suivre les phénomènes de pression sur la platine même du microscope (1). »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Influence de l'anesthésie par inhalations de protoxyde d'azote pur sur diverses fonctions de l'économie.* Note de M. **M. Laffont**, présentée par M. Vulpian.

« Les recherches de MM. Jolyet et Blanche en 1873 avaient démontré que l'anesthésie par inhalations de protoxyde d'azote pur, selon la méthode des chirurgiens dentistes, s'accompagne toujours d'un état asphyxique suffisant à lui seul pour produire l'anesthésie, alors que le sang ne contient plus que 3 à 4 pour 100 d'oxygène.

» Cette asphyxie, concomitante de l'anesthésie protoxyazotique, est excessivement dangereuse, ainsi que j'ai pu m'en assurer au point de vue médical. C'est ainsi que j'ai signalé : 1° un cas d'avortement, avec mort du fœtus, dès le moment anesthésique, chez une femme grosse de quatre mois et demi; 2° l'apparition d'accidents chlorotiques, chez une jeune fille en formation; 3° la réapparition d'accidents épileptiques, chez un jeune homme qui en était exempt depuis plusieurs années; 4° l'apparition d'albuminurie et d'hydropisie, dans un cas d'insuffisance mitrale; 5° la recrudescence de diabète constatée à deux reprises différentes, chez le même malade, à la suite d'insensibilisation par le protoxyde d'azote pur.

» Cette dernière constatation m'a donné l'idée de rechercher si les inhalations de protoxyde d'azote pur, dangereuses pour certains états dia-

(1) Travail du laboratoire de Physiologie de la Sorbonne et de la station maritime du Havre.

thésiques ou physiologiques, ainsi que je viens de l'indiquer, n'amenaient pas, chez l'individu sain, certains désordres passagers des diverses grandes fonctions de l'économie. Étant établi que la glycosurie est la conséquence de l'hyperglycémie qui survient, ainsi que l'a démontré M. Dastre, dans l'état asphyxique, j'ai d'abord porté mes recherches de ce côté.

» Je me suis mis moi-même en expérience, après m'être assuré préalablement que je n'étais pas glycosurique. Deux heures après deux anesthésies successives, à quelques minutes d'intervalle, mes urines contenaient déjà $1^{gr},65$ de sucre par litre; six heures après, il y en avait $18^{gr},40$; le troisième jour, $3^{gr},95$; enfin le quatrième jour, toute trace de sucre avait disparu.

» J'ai alors expérimenté sur le chien, que l'on peut facilement sonder, et j'ai trouvé, dans la plupart des cas, une glycosurie qui a varié, une heure après deux anesthésies successives, entre $1^{gr},355$ et $14^{gr},285$ de glycose par litre. Je dis dans la plupart des cas; en effet, chez plusieurs animaux, je n'ai pu observer de glycosurie, et, recherchant alors les conditions physiologiques dans lesquelles se trouvait l'animal, j'ai découvert qu'il était à jeun depuis la veille, condition dans laquelle, ainsi que l'a démontré Cl. Bernard (*Leçons sur le diabète*, p. 376), l'hyperglycémie n'est pas suivie de glycosurie.

» J'ai voulu alors faire des recherches plus précises sur les variations des quantités de sucre du sang, en employant le procédé classique de Cl. Bernard. Dans toutes les expériences, j'ai constamment vu l'anesthésie protoxyazotique marcher de pair avec une hyperglycémie considérable, véritable pluie de sucre instantanée dans le sang, qui s'est élevée dans certaines expériences jusqu'à 3^{gr} de sucre de glycose par litre, alors qu'à l'état physiologique le sang en contient rarement $1^{gr},5$ par litre.

» J'ai encore voulu étudier les modifications apportées par ce genre d'anesthésie dans les phénomènes physiques de la respiration, dans la pression artérielle et la fréquence des battements du cœur.

» Les modifications produites dans les phénomènes physiques de la respiration sont variables suivant les animaux. Chez l'homme, les respirations deviennent plus amples, sans changer de rythme; chez le cobaye, il en est de même, mais l'arrêt respiratoire est très rapproché du moment anesthésique. Chez le lapin, dès le début des inhalations, les respirations sont plus fréquentes, plus amples, puis elles se ralentissent au moment de l'anesthésie, sans s'arrêter subitement. Les phénomènes les plus remarquables se produisent chez le chien, dont les mouvements respiratoires augmentent graduellement de fréquence et d'amplitude, jusqu'au

moment anesthésique où la respiration est réellement haletante. Alors il se produit un arrêt brusque, plus ou moins prolongé, parfois mortel.

» De même que la respiration, la pression artérielle ne subit pas les mêmes variations chez les animaux d'espèce différente. Chez le lapin, elle reste stationnaire ou baisse légèrement. Chez le chien, elle s'élève de plus en plus, puis reste stationnaire au moment de l'anesthésie.

» Les battements du cœur subissent la même influence chez tous les animaux. Au début des inhalations, il y a une augmentation de fréquence, puis, précédant le moment anesthésique, le cœur se ralentit; les systoles sont fortes, espacées; il peut même se présenter un arrêt plus ou moins prolongé du cœur. Ce ralentissement du cœur, avec maintien de la pression à un niveau élevé, persiste longtemps, même après le réveil de l'animal.

» L'augmentation de pression artérielle, remarquable surtout chez le chien, paraît avoir pour cause l'état d'agitation de l'animal. Quant au ralentissement des mouvements systoliques dont la force est augmentée, il est certainement dû à une action constante sur les nerfs d'arrêt du cœur, car il n'apparaît pas chez l'animal préalablement atropinisé.

» Tels sont les résultats de mes recherches, touchant l'influence qu'exerce l'anesthésie par inhalations de protoxyde d'azote pur, sur trois grandes fonctions de l'économie : la *fonction hépatique*, la *fonction respiratoire*, la *fonction cardiaque*.

» On le voit, ce genre d'anesthésie, non seulement n'est jamais inoffensif, mais amène constamment des troubles fonctionnels qui peuvent constituer des dangers sérieux, principalement dans les états physiologiques ou diathésiques que j'ai signalés au début (1). »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Recherches sur l'action physiologique et thérapeutique de l'acétophénone*. Note de MM. **Mairet** et **Combemale**, présentée par M. Charcot.

« Dans une précédente Note, nous avons indiqué les effets physiologiques et toxiques de l'acétophénone chez les animaux; nous voudrions actuellement indiquer les effets de cette même substance, prise à dose thérapeutique, chez l'homme sain et chez l'aliéné.

(1) Travail du laboratoire de M. le professeur Rouget, au Muséum d'Histoire naturelle.

» Chez l'homme sain, en injection stomacale et à des doses variant entre $0^{gr},10$ et $0^{gr},30$, nous n'avons constaté aucune modification d'aucun appareil; à doses plus élevées, $0^{gr},45$ à $0^{gr},60$, la circulation et la miction ont été influencées. La miction a été plus abondante pendant les premiers moments qui ont suivi l'administration, et le pouls, d'abord plus plein, sans changement de fréquence, est devenu, cinq heures à six heures après l'administration, plus dépressible et un peu moins fréquent qu'avant cette dernière.

» Chez l'aliéné, nos recherches ont porté sur vingt et un malades agités et ne reposant pas la nuit : maniaques, déments par suite de manie, déments par alcoolisme, déments par suite d'athéromasie, paralytiques généraux, idiots, épileptiques, hallucinés. La quantité d'acétophénone administrée a varié entre $0^{gr},10$ et $0^{gr},45$ par vingt-quatre heures. Quelques malades ont pris cette substance pendant onze jours consécutifs, d'autres pendant cinq jours ou six jours seulement. L'acétophénone était administré par la bouche, en deux prises, le soir avant le coucher.

» Comme effets généraux, trois malades ont accusé des ardeurs à l'épigastre, et, dans certains cas, lorsque la quantité d'acétophénone ingérée était un peu considérable, nous avons constaté une diminution du chiffre de l'hémoglobine, diminution légère mais continue, disparaissant toutefois rapidement après la cessation de l'administration. Comme action hypnotique, l'acétophénone n'a aucune action de cet ordre et dans la plupart des cas, en particulier chez le maniaque, l'épileptique, l'idiot, cette substance a été sans influence sur l'agitation musculaire; d'autres fois, ainsi chez les alcooliques et chez plusieurs paralytiques généraux, l'agitation nocturne a été diminuée; les malades, tout en restant éveillés, étaient beaucoup moins bruyants; nous retrouvions dans ces cas l'action déprimante de l'acétophénone sur le système musculaire, que nos recherches physiologiques ont mise en relief. Chez une malade enfin, tourmentée par des hallucinations viscérales se rattachant à une lésion tuberculeuse des poumons, le calme, même le sommeil ont été obtenus. C'est là le seul succès réel que nous ayons constaté; aussi, si ce succès peut engager à continuer l'administration de cette substance dans des cas de même ordre, il n'en est pas moins acquis que l'acétophénone n'a dans la thérapeutique psychiatrique qu'une importance très secondaire comme agent sédatif.

» En présence des résultats négatifs que nous a donnés, au point de vue hypnotique, l'emploi de l'acétophénone chez l'homme sain et malade et chez les animaux, en présence des mêmes résultats négatifs obtenus chez

les animaux par d'autres expérimentateurs (Grasset, Laborde), ne pouvant mettre en doute la pureté de l'acétophénone que nous employons (quatre maisons différentes de Paris nous ont fourni un produit ayant tous les caractères de l'acétophénone), et cependant dominés par l'autorité qui s'attache à si juste titre en Thérapeutique au nom de M. Dujardin-Beaumetz, nous nous sommes demandé si ce médecin n'avait pas, en préparant l'acétophénone, pris un autre produit pour cette substance, et si ce n'est pas à ce produit qu'il faut rattacher les propriétés hypnotiques que notre confrère attribue à l'acétophénone. Nous avons donc préparé nous-mêmes de l'acétophénone par le procédé de M. Friedel (*Comptes rendus*, séance du 14 décembre 1857, p. 1013), c'est-à-dire par la distillation sèche d'un mélange d'acétate et de benzoate de chaux, et nous avons recherché si, en nous plaçant dans certaines conditions, d'autres produits ne pouvaient pas prendre naissance. Nous avons ainsi obtenu deux produits que nous avons expérimentés chez les animaux et chez l'homme.

» En chauffant à feu nu le mélange que nous venons d'indiquer, il est passé à la distillation un liquide brunâtre, à odeur d'amandes amères, ne cristallisant pas à zéro comme l'acétophénone et qui, expérimenté chez les animaux en injections intraveineuses et en injections hypodermiques, nous a donné des résultats semblables à ceux de l'acétophénone; son action ne diffère que par une intensité plus grande. Avec cette substance, nous avons obtenu, chez un chien, à la suite d'une injection intraveineuse, des phénomènes que nous n'avons pu obtenir avec de l'acétophénone pure, une syncope et postérieurement des vomissements alternant avec un sommeil profond, non interrompu par le bruit, interrompu seulement par les excitations cutanées. Six heures après l'injection, ce sommeil existait encore. Au bout de vingt-quatre heures, à part un peu d'affaissement, le chien semblait revenir à lui; mais il succomba deux jours après l'injection, et nous trouvâmes, du côté des différents organes, des lésions identiques à celles produites par l'acétophénone.

» En second lieu, en chauffant graduellement le mélange d'acétate et de benzoate, il est passé à la distillation du liquide huileux que M. Friedel signalait déjà dans sa Communication. Ce liquide jaune, lourd, qui a une odeur rappelant celle de l'acétophénone, ne cristallise pas à 0°; nous l'avons expérimenté chez les animaux par la voie intraveineuse, hypodermique et intestinale et, chez les malades, par la voie buccale. Il nous a donné aussi, mais à des doses beaucoup moindres, des phénomènes semblables à ceux produits par l'acétophénone.

» En résumé, l'acétophénone n'est pas un hypnotique, et l'utilité de son emploi en psychiatrie nous paraît douteuse. Toutefois, cette substance agit surtout sur le système nerveux; si, à certains égards, elle se comporte comme les irritants, ainsi que le prouvent les lésions congestives et inflammatoires du rein, du poumon et du foie, elle produit, du côté des centres nerveux, des troubles particuliers, tels qu'une anémie limitée à la moelle ou s'étendant à l'encéphale et se traduisant pendant la vie par une parésie musculaire plus ou moins complète, pouvant rester localisée au membre inférieur ou s'étendre à l'ensemble du système musculaire. Cette anémie, indépendante de la circulation générale, puisqu'elle existe, ainsi que le prouve la paralysie musculaire dès le début de l'intoxication, alors que la pression sanguine est augmentée et qu'elle se continue, ne s'exagérant pas, lorsque plus tard cette pression est au contraire diminuée, est évidemment consécutive à une action primitive de l'acétophénone sur le système nerveux. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur l'histogénèse des éléments contenus dans les gaines ovigères des Insectes.* Note de M. **J. Pérez**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« L'ovogénèse des Insectes fait, depuis plusieurs années, l'objet de mes études. La Communication de M. Sabatier sur l'origine des éléments contenus dans le tube ovarien de ces animaux m'engage à publier les résultats, fort différents des siens, auxquels je suis parvenu.

» L'ovaire encore jeune ne renferme que des cellules identiques entre elles, éléments indifférents destinés à donner naissance, d'une part à l'épithélium folliculaire, d'autre part aux ovules et aux cellules dites *vitellogènes*, quand celles-ci existent.

» Quand il n'y a point de cellules vitellogènes, les ovules résultent de la transformation directe et successive de quelques-unes des cellules primitives dont il vient d'être parlé, plus précisément des cellules axiales de l'ovariule, quand le nombre des éléments contenus dans cet organe est considérable. En même temps, les cellules périphériques, sous-jacentes à la membrane anhiste de la gaine et entourant immédiatement l'ovule, prolifèrent avec plus ou moins d'activité et se disposent autour de l'ovule sous forme d'épithélium folliculaire.

» A quelque moment qu'on les observe, ces cellules épithéliales sont

toujours extérieures à l'ovule et en sont nettement séparées. Elles ne naissent point dans le protoplasma de l'œuf, comme le veulent M. Sabatier et aussi M. Wilm, dont l'opinion est combattue par M. Korschelt (*Zool. Anzeiger*, numéro d'octobre dernier).

» Un des objets les plus favorables que je connaisse pour l'observation des faits qui précèdent est l'ovaire de divers Névroptères, tels que *Æshna*, *Agrion*, dont les gaines ovigères fort longues, et ne contenant qu'un nombre restreint de cellules, permettent de voir avec une facilité relative les transformations dont il s'agit. Ici, en effet, l'ovule grossissant rapidement, dès le début, la prolifération des cellules qui l'environnent ne suffit pas tout d'abord à l'envelopper entièrement; ce résultat ne se produit que tardivement, au grand avantage de la clarté de l'ensemble. Mais, dans la très grande majorité des Insectes, l'ovule, dès qu'il est reconnaissable, se voit entouré complètement d'une couche continue de cellules épithéliales.

» Quand il existe des cellules vitellogènes, les choses se passent absolument de même pour ce qui est de l'épithélium. Mais la genèse de l'ovule est plus complexe. La cellule indifférente de l'ovariule, au lieu de transformer directement en ovule, prolifère et donne naissance, par voie endogène, à un nombre de cellules constant pour chaque espèce et même pour un groupe plus ou moins étendu. A la base de l'ovariule, un peu au-dessus de la partie de la gaine où l'on distingue les premiers ovules, avec les cellules qui les accompagnent, se trouvent des cellules en voie de multiplication endogène, dont on peut suivre tous les degrés. S'il s'agit d'un Lépidoptère, par exemple, on voit 2, 4, 8 cellules-filles, jamais davantage dans une cellule-mère, et rien qui ressemble aux grains de chromatine de M. Sabatier ou aux boules de même substance de M. Wilm, en train de se transformer en épithélium.

» On peut se convaincre avec la plus grande facilité de l'exactitude de ces faits, en étudiant l'ovaire d'un Lépidoptère dont les gaines soient très longues : on a aussi l'avantage de pouvoir observer simultanément un assez grand nombre d'éléments de même âge à peu près, et de suivre pas à pas leur évolution. Le *Zeuzera æsculi*, entre autres, remplit admirablement ces conditions.

» Les jeunes cellules ne sont pas expulsées de la cellule-mère, selon le mode indiqué par MM. Sabatier et Wilm : elles deviennent libres par le procédé ordinaire, par la rupture de la cellule-mère, qui cesse d'exister, et ne persiste point comme ovule. Il est constant qu'une des cellules rendues libres, l'inférieure devient l'ovule, les autres deviennent les cellules

vitellogènes. Celles-ci sont donc bien les sœurs et non les filles de l'ovule, et l'opinion qui les considère comme des ovules avortés, opinion qui n'a jamais été bien établie, se trouve ainsi parfaitement justifiée. Loin de naître en nombre inférieur à leur nombre définitif et de se multiplier ensuite pour atteindre ce dernier, une fois expulsées de la cellule-mère (M. Sabatier), elles arrivent à leur nombre normal, si grand qu'il soit, dans la cellule-mère elle-même, *dans l'intérieur de laquelle on peut les compter.* L'interprétation de M. Korschelt, qui fait dériver chaque cellule vitellogène d'une cellule de l'ovariule individuellement transformée, n'est donc point exacte.

» La manière de voir de M. Sabatier, aussi bien que celle de M. Korschelt, ne rendent d'ailleurs aucun compte de ces faits, que le nombre des cellules vitellogènes est constant dans une espèce donnée, que, dans la série entière des Insectes, ce nombre n'est pas quelconque, qu'il est régi par une loi que j'ai déjà fait connaître, loi bien facile à vérifier et dont j'ai pu jusqu'à ce jour constater l'exactitude chez environ 300 espèces. Qu'il me soit permis de la rappeler.

» Le nombre des cellules vitellogènes est exclusivement un des termes de la série

1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128,

diminué d'une unité, soit

0, 1, 3, 7, 15, 31, 63, 127.

» L'unité qui manque est représentée par l'ovule. Voici des exemples :

0. Coléoptères, sauf Carabides et Dytiscides; Orthoptères; Hémiptères; plusieurs Névroptères (*Termes, Agrion, Ephemera, Perle*); *Thrips; Lepisma, Podura.*

1. *Forficula* (??).

3. Plusieurs Névroptères (*Psocus, Troctes, Panorba*).

7. Lépidoptères; quelques Névroptères (*Phryganea*); *Hippobosca* (Diptère); *Pediculus;* Proctotrupiens (Hyménopt.).

15. La presque totalité des Diptères; parmi les Coléoptères : Carabiques (sauf *Carabus*) et Dutiscides; parmi les Hyménoptères : Cynipides, Chalcidiens.

31. Beaucoup d'Hyménoptères : Évanides, Ichneumonides, Mutillides, Formicides.

63. Plusieurs Hyménoptères : Tenthrédines, tous les Fouisseurs (sauf les Mutilles), Vespides, Apiaires.

127. *Carabus* et *Procrustes* (Coléoptères).

BOTANIQUE FOSSILE. — *Contribution à l'étude des Palmiers éocènes de l'ouest de la France.* Note de M. **Louis Crié**, présentée par M. Chatin.

« Depuis la publication de mon premier Travail *Sur la végétation de l'ouest de la France* à l'époque tertiaire ([1]), les grès éocènes de la Sarthe et de Maine-et-Loire m'ont offert une série de nouvelles empreintes de feuilles et de spathes de Palmiers, appartenant aux genres *Sabalites, Flabellaria* et *Phœnicites*.

» Les *Sabalites* Sap. sont caractérisés par leurs feuilles ou frondes palminerves, dont les segments s'insèrent sur un prolongement plus ou moins étroit et acuminé du sommet du pétiole qui pénètre au milieu de la feuille. Chez les *Flabellaria* Sternb., les segments, au lieu d'être attachés le long du prolongement du pétiole, sont uniformément insérés sur le sommet obtus ou peu aigu de cet organe.

» Les *Phœnicites* Brgn. comprennent les feuilles de Palmiers fossiles qui reproduisent, d'une façon générale, le type de celles des *Phœnix*, chez lesquelles le limbe penninerve est plissé, avant sa déchirure, en segments pennés.

» Le *Sabalites andegavensis* Schimper est une des plantes les plus caractéristiques de la flore éocène de l'ouest de la France [Sarthe, Maine-et-Loire, Vendée ([2])]. Cette espèce diffère du *Sabalites major* Sap., par le sommet beaucoup moins allongé de son rachis qui ne porte ordinairement qu'une vingtaine de segments sur chacun de ses côtés. Quelques frondes, provenant des grès de la Sarthe, à rayons plus larges et à nervures plus rapprochées, montrent une grande ressemblance avec le *Sabalites Grayanus* Lesq., de l'étage lignitifère (*lignitic group*) du terrain éocène de l'Amérique du Nord. Le *Sabalites Chatiniana* Crié est une forme curieuse des grès éocènes de Fyé (Sarthe). J'ai désigné sous le nom de *Sabalites Edwardsii* un nouveau Palmier des grès de la Sarthe qui pourrait être comparé, par ses petites dimensions, au *Sabalites microphyllus* Sap. des arkoses éocènes de Brives ([3]). Mais le rachis du *Sabalites Edwardsii* est très élargi à sa base, comparativement aux dimensions de la fronde, et beaucoup plus allongé que celui du Palmier de Brives.

» En outre, les segments, au lieu de suivre une direction ascendante, dessinent, vers la base du rachis, une courbe qu'aucune autre espèce ne présente aussi accentuée.

» Les *Flabellaria* sont représentés, dans notre flore, par les *Flabellaria Saportana*

([1]) Voir L. Crié, *Recherches sur la végétation de l'ouest de la France à l'époque tertiaire. Flore éocène du Mans et d'Angers.* Paris, 1878.

([2]) Voir L. Crié, *Sur la découverte à Noirmoutiers (Vendée) de la flore éocène à* Sabalites andegavensis (*Comptes rendus*, mars 1881).

([3]) Voir G. de Saporta, *Essai descriptif sur les plantes fossiles des arkoses de Brives, près le Puy-en-Velay*. Le Puy, 1878.

et *Sargeensis* Crié des grès de Sargé et de Saint-Pavace (Sarthe), et par le *Flabellaria Milletiana* Crié des couches éocènes de Maine-et-Loire. Cette dernière espèce se rapproche beaucoup du *Flabellaria eocenica* Lesquereux, de l'étage lignitifère de l'Amérique du Nord.

» La végétation de l'ouest de la France comprenait encore, à l'époque tertiaire, des Phœnicoïdées à feuilles penninerves, parmi lesquelles je citerai le *Phœnicites Gaudryana* Crié, nouveau Palmier des grès de Cheffes (Maine-et-Loire) [1], dont les segments, alternes et assez éloignés vers la base tronquée de la fronde, montrent bien le mode de plicature propre à ces déchirures de la feuille chez certains Dattiers.

» Le rôle des Sabals a été considérable dans les deux continents, à partir de l'éocène. Ces Palmiers, que l'Europe a longtemps possédés et qui ont laissé de nombreuses empreintes dans les grès éocènes de la Sarthe, de Maine-et-Loire et de la Vendée, sont maintenant limités à la région des Antilles et au sud des États-Unis. Le Sabal, genre extra-tropical, s'avance jusqu'à 36° en Amérique. Les *Flabellaria*, dont les grès tertiaires du Mans et d'Angers renferment les restes, présentent plusieurs formes qui ont dû appartenir à des types aujourd'hui éteints. D'autres *Flabellaria* rappellent, par la structure de leur rachis, les *Thrinax* et les *Chamærops*. Les *Chamærops* remontent, avec leurs formes extra-tropicales, vers le nord, jusqu'à 44°, en Europe. Une espèce très connue, le *Chamærops humilis* ou Palmier nain, qui habite la région méditerranéenne, l'Afrique boréale et l'Asie mineure, croît encore spontanément, dans les Alpes-Maritimes, aux environs de Nice.

» On sait combien le climat armoricain est favorable à la culture des Palmiers. C'est ainsi que le *Sabal acaulis* Willd passe les hivers sans abri, à Brest, tandis que le Palmier à chanvre de la Chine (*Trachycarpus Fortunei* Wendl), qui fleurit abondamment et donne des graines fertiles, dans la même localité, est devenu aujourd'hui presque une plante bretonne. Ces Palmiers des types *Sabal* et *Chamærops*, que l'on cultive en pleine terre dans l'ouest de la France, et particulièrement sur le littoral du Finistère où plusieurs espèces sont tout à fait acclimatées, ne font que reprendre possession de leur ancienne patrie. »

---

(1) Voir L. Crié, *Essai descriptif sur les plantes fossiles de Cheffes (Maine-et-Loire)*. Angers, 1885.

GÉOLOGIE. — *Sur les terrains jurassique et crétacé des provinces de Grenade et de Malaga.* Note de MM. **Marcel Bertrand** et **W. Kilian**, présentée par M. Hébert.

« L'examen plus approfondi ([1]) des matériaux que nous avons rapportés d'Andalousie nous permet de compléter les courtes indications données dans notre Communication ([2]) sur les terrains jurassique et crétacé de cette région.

» Au-dessus du Keuper, qui renferme à Gobantes *Gervillia praecursor* et *Myophoria vestita* (faciès alpin), nous signalons les horizons suivants :

» I. L'infralias et le lias inférieur ne semblent pas être fossilifères. Nous y rapportons des dolomies, des carnicules et des marnes vertes qui constituent, dans les environs de Loja, la base du système jurassique. Une lumachelle assez dure (sud-ouest d'Antequera) et des calcaires blancs à silex doivent également trouver leur place ici.

» II. Près de Salinas, on rencontre dans des calcaires que nous attribuons au Lias moyen : *Terebratula aspasia* Men., *T. Partschi* Opp., *Rhynchonella Dalmasi* Dum., *Rh. triplicata* Qu., *Spiriferina rostrata* et des Ammonites voisines de *Am.* (*Arietites*) *multicostatus* Sow. En d'autres points, le Lias moyen renferme des *Nérinées*, des Crinoïdes (*Phyllocrinus*) et des Polypiers. C'est la faune du Liasien de Sicile, d'Italie et des Alpes orientales.

» Aux bains d'Alhama, des assises redressées verticalement et formant un îlot au milieu du Miocène nous ont fourni *Ammonites* (*Arictites*) *ceras* Giebel, *A.* (*Phylloceras*) *cylindricus* Sow. des couches d'Hierlatz (Autriche).

» III. Il convient également de réunir au Lias moyen des calcaires argileux caractérisés à la sierra Elvira par la présence de *Am.* (*Harpoceras*) *algovianus* Opp., sp. *Am. Lariensis* Menegh., et de *Terebratula erbaensis,* Suess., espèces qui se retrouvent, comme on sait, dans le Lias des Alpes orientales.

» IV. Le Lias supérieur est représenté à la sierra Elvira et au pied de

---

([1]) L'étude des fossiles a été faite par M. Kilian au laboratoire de Géologie de la Sorbonne.

([2]) *Comptes rendus,* 20 avril 1885.

la montagne de las Hoyas ainsi qu'au nord de Grenade par des marno-calcaires gris ou rouges avec *Ammonites* (*Hildoceras*) *bifrons*, *H. Levisoni*, *H. Mercati*, *H. bicarinatum*, *A.* (*Lioceras*) *subplanatus*, *A.* (*Hammatoceras*) *insignis*, *A.* (*Cœloceras*) *crassus*. Cette faune d'Ammonites est celle du Toarcien de la Lombardie, d'Erba et d'Adneth (Alpes orientales).

» V. Des calcaires marneux à *Am.* (*Ludwigia*) *Murchisonae*, intimement liés aux précédents, sont particulièrement bien développés à Montillana et à la sierra Elvira.

» VI. L'Oolithe inférieure se termine par une suite de calcaires plus ou moins bien stratifiés; nous y avons recueilli un fragment d'Ammonite qui se rapporte à *Am.* (*Stephanoceras*) *Humphriesi*.

» VII. Dans les tranchées du chemin de fer, près de la station d'El Chorro, affleurent des assises calcaires dont la faune (Térébratules biplissées, *Rhynchonella*, cf. *varians*, *Eligmus polytypus*) [1] semble se rapporter au Bathonien.

» VIII. Un massif de calcaires compacts ou oolithiques occupe la place du Jurassique moyen. Il est à noter que ce faciès envahit souvent toute la série et s'étend jusqu'aux premiers bancs du Tithonique. Près de Zaffaraya, des calcaires blancs contiennent des radioles d'Échinides (*Hemicidaris crenularis* pour M. Cotteau.

» IX. Au Torcal, près d'Antequera, des assises d'un calcaire gris, intercalé dans le système précédent, représentent la zone à *Am. acanthicus*, telle que l'ont fait connaître M. Neumayr en Autriche et M. E. Favre en Suisse. On y trouve : *Ammonites* (*Simoceras*) *agrigentinum* Gemm.; *A. Loryi* M. Ch.; *A.* (*Aspidoceras*) *Haynaldi* Herb.; *A. hominale*, Favre.

» X. Le Tithonique montre une association de la faune du Diphyakalk et de celle des couches de Stramberg. Le *Terebratula* (*Pygope*) *diphya* y est accompagné du *T.* (*Pygope*) *janitor*, plus rare, et du *P. Catulloi*. La variété et le nombre des espèces sont exceptionnels. L'étage se termine à Cabra et dans plusieurs autres points par une brèche à éléments et fossiles roulés (*Ammonites*, *Aptychus punctatus*).

» XI. Puis vient un étage, développé sous deux faciès distincts qui se remplacent ou se superposent; ce sont :

» (*a*) Des calcaires marneux et des marnes à *Terebratula* (*Pygope*) *diphyoïdes*, *Am.* (*Phylloceras*) *Thetys*, *Ph. infundibulum*, *Ph. diphyllum*, *A.* (*Lytoceras*) *subfimbriatus*, *L. quadrisulcatum*, *L. Juilleti*, *Am.* (*Holcostephanus*)

---

(1) Cet échantillon a été recueilli par M. Bergeron, qui nous l'a obligeamment communiqué.

Astieri, *A.* (*Haploceras*) *Grasi*, *A.* (*Desmoceras*) *difficilis*, *D. cassida*, *A.* (*Hoplites*) *neocomiensis*, *Hamulines*, *Aptychus angulicostatus*, *Belemnites* (*Duvalia*) *latus*, etc. Ces couches rappellent le « Biancone » des Italiens et le Néocomien vaseux des Alpes. Elles se rapprochent également du Néocomien des îles Baléares, tel que l'a décrit M. H. Hermite.

» (*b*) Des schistes argileux à *Aptychus Mortilleti*, Pict. et de Lor. et *Apt. seranonis*, Coq.

» Il ressort de cette étude que les terrains jurassique et crétacé inférieur présentent, dans le sud de l'Andalousie, un faciès essentiellement alpin. Leur composition est sensiblement la même qu'en Sicile et dans le Tyrol méridional (d'après Benecke). Les analogies sont nombreuses également avec les îles Baléares (pour les assises supérieures seulement), l'Apennin et les Alpes de la Lombardie.

» On est donc autorisé à admettre que les conditions dans lesquelles se sont effectués les dépôts ont été les mêmes dans ces différentes contrées. Il est curieux de constater, par exemple, la constance avec laquelle se poursuivent les couches à Brachiopodes du Lias moyen, et les assises ammonitifères du Toarcien, en Sicile, dans l'Apennin et dans certaines parties des Alpes. »

M. **Léon Esquile** adresse, de Toulouse, une Note « sur la Photographie de la parole et sa reproduction par projection oxyhydrique ».

L'auteur dit être parvenu, à l'aide du photophone, à fixer sur une plaque photographique les vibrations de la parole, et à reproduire ensuite la parole au moyen du téléphone, en projetant à la lumière oxyhydrique l'image positive de la plaque sur un récepteur au sélénium de M. Mercadier. Il espère pouvoir faire prochainement l'envoi de son appareil.

M. **A. Vidal** adresse, de Mende (Lozère), une Note sur un projet de télégraphe écrivant.

M. **A. Netter** adresse, de Nancy, une Note « sur la question de l'intelligence des animaux, étudiée par la méthode expérimentale ».

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. J. B.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 25 JANVIER 1886.

PRÉSIDENCE DE M. JURIEN DE LA GRAVIÈRE.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique, des Beaux-Arts et des Cultes** adresse l'ampliation du décret par lequel le Président de la République approuve l'élection faite, par l'Académie, de M. *Boussinesq*, pour remplir la place laissée vacante dans la Section de Mécanique par le décès de M. *Rolland*.

Il est donné lecture de ce décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Boussinesq** prend place parmi ses Confrères.

M. le **Président** informe l'Académie qu'elle vient de recevoir un buste de notre regretté Confrère, *Paul Thenard*, qui lui a été offert par Mme Thenard.

AÉROSTATION. — *Présentation d'une héliogravure représentant les expériences aérostatiques de Chalais-Meudon;* par M. **J. Janssen.**

« L'Académie se rappelle encore les importantes expériences aérostatiques exécutées, les 22 et 23 septembre dernier, par MM. Renard, à Chalais-Meudon.

» En raison de l'intérêt scientifique, et j'ajouterai même national, qui s'attachait à ces expériences, j'avais fait prendre, à l'observatoire de Meudon, les dispositions nécessaires pour en obtenir des photographies.

» Le 23 septembre, on obtint, au moment où le ballon rentrait à Chalais, un bon cliché qui a servi à faire l'héliogravure que j'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie. Cette héliogravure, due à M. Arents, ancien photographe de l'observatoire de Meudon, est remarquablement réussie.

» Quand on pense avec quel intérêt on consulte aujourd'hui les anciennes gravures représentant les premières ascensions des frères Montgolfier, on ne peut douter que cette image fidèle, qui donne en quelque sorte le procès-verbal de cette belle ascension, ne devienne précieuse dans l'avenir.

» Depuis les importants travaux de MM. Tissandier, les expériences de Chalais constituent le progrès le plus considérable qui ait été accompli dans le domaine de cette science, si française par son origine et si considérable par son objet, puisqu'elle se propose d'ouvrir à l'homme le domaine de l'atmosphère.

» Je suis persuadé qu'on me saura gré d'avoir voulu en consacrer le souvenir. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, pour la Section de Chimie, en remplacement de M. *Bunsen*, élu Associé étranger.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 41,

M. Reboul obtient.	35 suffrages.
M. Raoult »	5 »

Il y a un billet blanc.

M. **Reboul**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie.

MÉMOIRES LUS.

BOTANIQUE FOSSILE. — *Études sur une plante phanérogame* (Cymodoceites parisiensis) *de l'ordre des Naïadées, qui vivait dans les mers de l'époque éocène.* Note de M. Ed. Bureau.

« M. Ed. Dufour a signalé, en 1877, l'existence d'une flore fossile dans le terrain éocène d'Arthon (Loire-Inférieure); mais cette flore, ou plutôt cette florule, n'a encore été l'objet d'aucune étude. On savait seulement qu'elle était surtout composée de Naïadées rappelant beaucoup celles qui se trouvent assez fréquemment dans le bassin de Paris, et qui ont été décrites en partie sous le nom de *Caulinites*. Or il y a, en Botanique fossile, peu de questions aussi embrouillées que l'histoire des Naïadées éocènes. Cela tient, entre autres difficultés, à ce que la plupart des matériaux d'étude sont fournis par le calcaire grossier parisien, dans lequel la conservation des fossiles végétaux laisse beaucoup à désirer. Il était probable que les empreintes d'Arthon, qui se trouvent surtout dans un petit lit d'un calcaire argileux très fin, seraient mieux conservées et jetteraient quelque jour sur l'organisation des plantes marines phanérogames qui habitaient les mers tertiaires.

» J'ai fouillé à trois reprises le gisement d'Arthon, et j'ai pu recueillir une série d'échantillons assez nombreuse et assez variée pour qu'elle permette de reconstituer dans tous ses organes de végétation le type de Naïadées qui paraît avoir été le plus répandu à l'époque éocène, le *Caulinites parisiensis* Ad. Brongn. Ces échantillons sont : une très belle feuille, des rameaux couverts de gaines foliaires, d'autres où ces gaines sont lacérées et réduites en filaments, des rameaux dénudés et des racines. Ces divers débris se trouvent, pour la plupart, dans une même couche, à côté les uns des autres, et rapprochés par des échantillons à caractères intermédiaires, ou dans un état de connexion tel qu'on a la conviction d'avoir sous les yeux les différents organes d'une même espèce.

» Les mêmes formes végétales se rencontrent aussi dans le calcaire grossier du bassin de Paris, mais isolées les unes des autres, de telle sorte qu'il était difficile de reconnaître leurs véritables relations, et qu'on les a prises en partie pour des polypiers ou pour des algues. On les trouve décrites sous les noms d'*Amphitoites, Corallinites, Fucus, Fucoides* et *Laminarites*.

» Si l'on compare le type fossile reconstitué aux phanérogames pélagiques conservées dans les herbiers, on retrouve sans peine ses analogies. Ses tiges dénudées ressemblent d'une manière frappante à celles du *Cymodocea ciliata* Forsk. de la mer Rouge et de la mer des Indes ; mais les tiges de *Cymodocea* ne sont jamais recouvertes par les gaines des feuilles persistant quelque temps après la chute du limbe et laciniées, et, sous ce rapport, la plante fossile rappelle, comme Ad. Brongniart l'avait dit dès 1823 à propos de l'*Amphitoites*, le *Posidonia Caulini* Kœn. de la Méditerranée. Les feuilles ont l'aspect et les proportions de celles du *Cymodocea ciliata*, avec un rétrécissement de la base du limbe qu'on retrouve à un bien plus haut degré chez les *Halophila*, qui vivent de nos jours dans l'océan Indien. Ainsi, nous avons affaire à un genre éteint, ayant par ses caractères de végétation des analogies avec plusieurs genres actuels, mais plus voisin du *Cymodocea* que des autres. Nous proposons de lui donner le nom de *Cymodoceites;* le genre provisoire *Caulinites* d'Ad. Brongniart étant destiné à renfermer toutes les tiges de Naïadées fossiles dont les rapports demeurent incertains.

» Jusqu'ici, je ne puis reconnaître qu'une espèce, le *Cymodoceites parisiensis*.

» Voici, en somme, ce que l'examen de nombreux échantillons, complété par l'étude des gisements à Paris et dans l'ouest de la France, a pu m'apprendre sur cette Naïadée fossile :

» Les *Cymodoceites* étaient des plantes herbacées, radicantes, rameuses, dont les divisions principales s'étendaient en divergeant autour d'un point central, se subdivisaient et formaient ainsi de grandes touffes. Les branches et rameaux avaient à leur centre une cavité étroite ou un tissu cellulaire mou. Leur surface, après la chute des feuilles, était marquée par des cicatrices transversales presque annulaires ; souvent, en effet, ces cicatrices n'entouraient que les $\frac{3}{4}$ ou les $\frac{4}{5}$ de la circonférence du rameau, leurs deux extrémités amincies ne se rejoignant pas. L'écartement des nœuds était très variable sur un même rameau (de $0^m,002$ à $0^m,008$), une série d'entre-nœuds courts étant suivie d'une série d'entre-nœuds longs. J'ai mesuré sur des fragments de rameaux des entre-nœuds de $0^m,022$. Les feuilles étaient distiques. Il en était de même des rameaux, qui naissaient souvent, mais non toujours, des entre-nœuds les plus longs. Les nœuds étaient, au contraire, très rapprochés à la base des rameaux, et de plus en plus écartés à mesure qu'ils étaient situés plus haut ; mais vers l'extrémité des rameaux, qui était fréquemment renflée, ils se rapprochaient de nouveau. Les feuilles

se composaient d'un limbe et d'une gaine. Le limbe était plan, largement linéaire, ou mieux brièvement rubané, long de $0^m,05$ à $0^m,10$; large de $0^m,008$ à $0^m,010$, très obtus, presque tronqué, émarginé au sommet. Il était parcouru par un certain nombre de nervures extrêmement fines, celle du milieu un peu plus marquée que les autres. Ce limbe s'atténuait à sa base en une gaîne dont il se séparait facilement par rupture. Les gaines restaient quelque temps sur certains rameaux, se présentant comme des appendices foliacés imbriqués, de $0^m,02$ à $0^m,03$ de long; mais le plus souvent elles se déchiraient promptement de plus en plus, et se réduisaient en filaments semblables à ceux qui entourent les tiges de *Posidonia*, puis elles tombaient, laissant le rameau nu avec les cicatrices annulaires que nous avons décrites. De certaines sommités de rameaux, d'où partaient trois ou quatre ramuscules, naissaient de nombreuses racines adventives, de telle sorte que ces rameaux jouaient le rôle de stolons, et que, si le mouvement des flots venait à les rompre, ils pouvaient être emportés par les courants et aller au loin s'enraciner et propager l'espèce. Ce moyen auxiliaire de reproduction peut aider à expliquer l'aire géographique assez vaste de cette plante, qui vivait dans les mers éocènes septentrionale et occidentale. Il peut aussi avoir été favorable à la longue durée de l'espèce, qu'on trouve depuis la base du calcaire grossier jusqu'aux marnes marines inférieures au gypse. Elle semble avoir vécu exclusivement sur des fonds argilo-calcaires; on n'en a pas, à ma connaissance, trouvé de trace dans des dépôts arénacés.

» Le genre *Cymodoceites* vient confirmer les affinités indiennes de la flore éocène moyenne, affinités déjà décelées par l'*Ottelia*, le *Nipadites*, le *Nerium parisiense*, etc. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Sphygmographe différenciel, pour la détermination de la circulation veineuse par influence.* Note de M. Ch. Ozanam.

(Commissaires : MM. Vulpian, Gosselin, Richet.)

« Les difficultés que j'éprouvai en 1875, lorsque je découvris la circulation veineuse par influence, m'engagèrent à faire construire un petit appareil facile à manier et qui pût donner une démonstration suffisante de cette fonction circulatoire nouvelle et si intéressante.

» Voici en quoi il consiste :

» Deux petites ampoules de verre sont accouplées au moyen d'une double bague métallique. Leur bord interne, légèrement aplati, fournit un point d'appui et la fixité nécessaire pour leurs rapports mutuels. Elles sont recouvertes de deux membranes de caoutchouc, qu'il est important de choisir parmi les plus minces, pour ne point masquer, par une forte pression, l'expression si délicate, si fugitive de la pulsation veineuse; c'est là une des principales conditions de réussite. L'avantage d'une très fine membrane est encore de faire saillir le mercure hors de l'ampoule et de rendre l'instrument plus sensible.

» Les branches terminales des ampoules sont prolongées par des conduits de caoutchouc, qui aboutissent à deux tubes de verre, soutenus verticalement et réunis, côte à côte, par un anneau métallique. Le mercure qui les remplit soulève les flotteurs qui servent de plume, tandis qu'un aimant intérieur attire doucement la branche horizontale d'acier qui termine chaque plume et lui fait inscrire les tracés voulus sur un cylindre tournant.

» Cela donné, si l'on dispose les deux ampoules simultanément en travers de l'artère seule, les deux colonnes ascensionnelles s'élèvent simultanément aussi, sauf la très légère différence de temps qu'exige le sang pour arriver de l'une à l'autre, $\frac{1}{100}$ de seconde environ.

» Mais si, déplaçant les ampoules, on les applique, l'une sur l'artère, l'autre sur la veine satellite, après quelques tâtonnements, on obtient une double impulsion, dont la plus forte (artérielle) monte, pendant que l'autre, plus faible (veineuse), descend, *et vice versa,* systole pour diastole, diastole pour systole.

» Dès qu'on déplace l'ampoule veineuse, les pulsations disparaissent ou se réduisent infiniment, le vide produit par le retrait artériel n'agissant plus que sur des tissus celluleux : il n'est point avantageux de donner aux ampoules la forme complètement ovalaire; car alors les vibrations de la membrane, ne s'opérant pas également vite dans les deux diamètres, se doublent pour ainsi dire et déterminent un frémissement qui masque les dicrotismes. »

VITICULTURE. — *Suite des résultats obtenus par l'élevage, en tubes, du Phylloxera de la vigne.* Note de M. P. BOITEAU. (Extrait.)

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« .... Pendant l'année 1885, j'ai continué mes observations et mes études sur la reproduction parthénogénésique du Phylloxera.

» A la fin de 1884, j'en étais à la quinzième génération : j'annonçais, à cette époque, à l'Académie que ces insectes ne paraissaient pas avoir trop dégénéré, après une suite aussi longue de reproduction, en tubes, sur des racines fraîches.

» L'année 1885 m'a donné une nouvelle série de quatre générations, et les insectes qui hivernent actuellement sont nombreux et bien portants. Cette année, comme les années précédentes, j'ai pris toutes les précautions pour éviter la régénération, soit par l'œuf d'hiver, soit par les insectes venant du dehors. Les insectes sont, à cet effet, isolés à chaque génération, et chaque nouveau tube reçoit des œufs de la génération qui précède. Ce sont ces œufs, éclos sur des racines parfaitement nettoyées, qui donnent naissance à la génération suivante. Pour plus de sûreté et pour éviter les conséquences fâcheuses de la stérilisation d'un tube, ce qui peut avoir lieu quelquefois, par suite de la décomposition des racines, j'ai toujours soin d'en ensemencer plusieurs. J'ai toujours évité ainsi d'être pris au dépourvu et de voir terminer mes observations, non pas à la suite d'une dégénérescence complète, mais bien par un défaut d'aliments.

» Ce n'est pas une petite affaire de maintenir, pendant un ou deux mois l'été et six ou sept mois l'hiver, des racines en tubes dans un état suffisant de végétation, pour que les insectes qui sont à leur surface ne meurent pas de faim. Des visites fréquentes et un assez grand nombre de tubes éleveurs sont nécessaires, pour mener à bien cette étude des parthénogénésiques.

» Le nombre des générations agames auquel je suis arrivé est maintenant de dix-neuf. C'est un chiffre bien élevé, et, d'après cela, il faut plutôt compter sur l'affaiblissement naturel de l'espèce que sur le manque de régénérescence, pour arriver à une limite compatible avec la vie de la plante.

» Le Phylloxera, comme toutes les espèces animales, doit nécessairement, après une existence d'une assez longue durée dans une région, devenir moins prolifique et ne plus occasionner la mort de la plante qui le porte.

» Si nous nous rapportons à la première apparition de l'oïdium, nous constatons qu'à cette époque, non seulement le fruit était détruit, mais encore que la plante en mourait. Après quelques années de régénération et de traitements appropriés, il n'en fut plus ainsi, et, aujourd'hui, les ceps non traités souffrent, mais ne meurent plus.

Il faut espérer qu'il en sera de même du Phylloxera, de l'anthracnose et du mildew, et qu'avec les traitements appropriés on finira par rendre compatible l'existence de ces parasites avec la plante qui les porte.... »

M. **Gr. Loli** adresse, de Massa, un Mémoire sur un projet de traverses métalliques pour les chemins de fer.

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

M. **R. Arnoux** adresse une Note « sur les rendements mécaniques et électriques obtenus dans les dernières expériences de Creil ».

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

M. **de Jonquières** est adjoint à la Commission nommée pour examiner le Mémoire de M. L. de Bussy, sur le roulis.

M. le Secrétaire perpétuel saisit cette occasion pour faire remarquer que, dans la Communication insérée au *Compte rendu* du 4 janvier, la ligne 10 de la page 36 doit être complétée, suivant le désir de l'auteur, par la note suivante, nécessaire à l'intelligence du texte :

Si l'on considère dans la différentiation ε comme constant, ce que l'on peut faire sans erreur notable, vu la grande lenteur avec laquelle la fonction ε varie, comme le montrent les expériences.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre du Commerce et de l'Industrie** invite l'Académie à lui présenter une liste de candidats pour la chaire de Mécanique appliquée aux Arts, laissée vacante au Conservatoire national des Arts et Métiers, par suite du décès de M. *Tresca*.

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une brochure de M. *Ch. Vélain*, intitulée « Esquisse géologique de la Guyane française et des bassins du Parou et du Yari (affluents de l'Amazone), d'après les explorations du Dr Creveaux ». (Présentée par M. Hébert.)

ASTRONOMIE. — *Sur la comète Fabry*. Note de M. **Weiss**, présentée par M. Lœwy [1].

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie ce fait intéressant, que la comète découverte à l'observatoire de Paris par M. Fabry promet de devenir, bien que pour peu de temps, une apparition brillante.

» La détermination de l'orbite présentait, au début, des difficultés et des incertitudes particulières, non pas seulement à cause de son mouvement géocentrique très lent, mais surtout parce que, à l'époque de la découverte, l'astre se trouvait dans cette partie de son orbite où la tangente était à peu près parallèle à celle de l'orbite terrestre. Par suite de cette condition particulière, on pouvait bien déterminer avec précision la position de la ligne des nœuds; mais les autres éléments, et surtout l'inclinaison, sont restés presque indéterminés. Cette incertitude ressort surtout de ce fait que des orbites avec des inclinaisons, par rapport à l'écliptique, variant de 47° à 100°, représentaient au début les observations d'une manière satisfaisante. Malgré cette difficulté, je considère comme suffisamment certain le système d'éléments que le Dr S. Oppenheim, Assistant à l'observatoire de Vienne, a déduit des observations des 1er, 10 et 19 décembre, car le lieu calculé s'accorde encore assez bien avec une observation faite à Vienne le 6 janvier. Ces éléments sont les suivants :

$$\begin{aligned} T &= 1886 \text{ avril } 10{,}52337. \\ \pi &= 161^\circ\, 3'\, 19'',0 \\ \Omega &= 36.46.26,6 \\ i &= 84.42.18,6 \\ \log q &= 9.842794 \end{aligned} \quad \left.\begin{matrix} \\ \\ \end{matrix}\right\} \text{Équinoxe moyen 1885,0.}$$

» D'après ce système d'éléments, le mouvement de la comète dans la première moitié de 1886 sera le suivant :

---

[1] Cette Note avait été présentée à l'Académie dans la séance du 18 janvier.

Date.	Ascension droite de la comète.	Déclinaison de la comète.	Log r.	Log Δ.	Intensité.
	h m	° ′			
Janvier 1,5.......	23.44,0	+20.50	0,2789	0,2392	1,31
Janvier 31,5......	23.25,2	+23.28	0,1675	0,2577	1,97
Mars 2,5.........	23.21,1	+29.42	0,0169	3,2148	4,81
Avril 1,5.........	23.19,9	+39.59	9,8578	0,0377	22,61
Avril 16,5........	23.39,6	+46.42	9,8494	9,7989	70,56
Mai 1,5..........	3.10,1	+55.47	9,9117	9,2489	666,80
Mai 16,5.........	8.21,3	+16.31	9,9989	9,4305	192,41
Mai 31,5.........	9.12,2	−27.49	0,0819	9,8929	15,58
Juin 30,5.........	10.34,1	−36.41	0,2157	0,1988	2,07

» On a adopté pour unité de l'éclat celui d'époque de la découverte.

» Bien que le nombre calculé pour l'éclat maximum puisse encore subir une modification notable, il en ressort néanmoins que cet astre, dans la dernière quinzaine d'avril et le commencement de mai, offrira un aspect dont la magnificence se manifestera d'autant mieux que, à cette époque, la comète sera circompolaire et que la Lune ne pourra nuire à sa visibilité.

» Il convient encore de faire remarquer le mouvement géocentrique très rapide de la comète dans le voisinage de la Terre. Dans l'hémisphère austral, on pourra l'étudier facilement jusqu'à la fin du mois de juillet. »

ASTRONOMIE. — *Orbite et éphéméride de la comète Fabry*, calculés par M. Lebeuf. Note présentée par M. Mouchez.

« Les éléments de l'orbite ont été obtenus à l'aide des observations suivantes de Paris :

1885.	Décembre	1..........	2 observations.
»	»	23..........	3 »
1886.	Janvier	10..........	1 »

T = 1886, avril 6, 1372. Temps moyen de Paris.

$$\left.\begin{aligned} \omega &= 126^\circ 30' 48'',0 \\ \Omega &= 36.23.29,1 \\ i &= 82.46.\ 5,5 \end{aligned}\right\} \text{Équinoxe moyen de 1886,0.}$$

$$\log q = 9.808992$$

» Le lieu moyen est ainsi représenté :

$$\Delta\alpha = -0'',7,$$
$$\Delta\delta = -0'',1.$$

» D'où l'on a déduit l'éphéméride suivante pour minuit, temps moyen de Paris :

Dates. 1886.		Ascension droite. apparente.	Déclinaison apparente.	Log r.	Log Δ.	I.
		h m s	° ′ ″			
Février	1........	23.24.54,1	+23.44. 0,2	0,14420	0,23884	2,21
	3........	23.24.23,1	+24. 2.55,8	0,13467	0,23780	2,32
	5........	23.23.54,7	+24.22.50,9	0,12492	0,23646	2,44
	7........	23.23.30,4	+24.43.45,0	0,11493	0,23479	2,57
	9........	23.23. 8,1	+25. 5.38,1	0,10471	0,23278	2,72
	11........	23.22.47,8	+25.28.31,7	0,09424	0,23042	2,89
	13........	23.22.29,5	+25.52.24,9	0,08353	0,22769	3,07
	15........	23.22.12,6	+26.17.17,9	0,07256	0,22458	3,28
	17........	23.21.56,9	+26.43.10,3	0,06134	0,22105	3,51
	19........	23.21.42,1	+27.10. 1,9	0,04986	0,21710	3,71
	21........	23.21.27,9	+27.37.52,9	0,03813	0,21270	4,05
	23........	23.21.14,1	+28. 6.43,7	0,02605	0,20783	4,38
	25........	23.21. 0,5	+28.36.33,0	0,01391	0,20244	4,75
	27........	23.20.46,6	+29. 7.20,5	0,00145	0,19653	5,17
Mars	1........	23.20.32,3	+29.39. 5,3	9,98876	0,19004	5,65
	9........	23.19.27,1	+31.54.54,0	9,93640	0,15754	8,35
	17........	23.18. 8,1	+34.21.15,2	9,88414	0,11192	13,10
	25........	23.17.14,2	+38. 1.20,7	9,83899	0,05523	20,95
Avril	2........	23.16.17,2	+38.59.52,5	9,81215	9,95881	36,95
	17........	0. 2.29.3	+40.18.17,6	9,83780	9,67591	120,82
Mai	2........	4.37.45.9	+34.52.19,9	9,92794	9,38916	298, 8
	17........	7.48. 2,8	—34.55.40,6	0,02448	9,71763	42,20
Juin	1........	8.37.52,6	—39.26.34,0	0,10844	9,96350	9,24
	16........	9. 5.39,8	—41.37. 1,9	0,17901	0,11387	3,34
Juillet	1........	9.28. 5,2	—43.36.49,8	0,23868	0,21942	1,56
	16........	9.48.52,7	—45.50. 0,9	0,28989	0,29918	0,85

» L'éclat de la comète, à son apparition, a été pris comme terme de comparaison. »

ASTRONOMIE. — *Détermination de l'erreur de la constante de la réfraction astronomique, par les observations méridiennes.* Note de M. A. GAILLOT, présentée par M. Mouchez.

« La méthode générale consiste à comparer les valeurs de la latitude d'un lieu déterminées par l'observation des culminations supérieures et inférieures de deux étoiles inégalement distantes du pôle. La seule addition essentielle que nous proposerons consiste à prendre deux étoiles ayant même ascension droite, ou, pratiquement, des ascensions droites très peu différentes.

» En désignant respectivement par z et z' les distances zénithales apparentes observées d'une étoile à la culmination supérieure et à la culmination inférieure, et corrigées des erreurs instrumentales, par φ et φ' les réfractions totales correspondantes, par ζ et ζ' les distances zénithales vraies, on aura, pour la double différence Δ, des valeurs conclues de la latitude

$$(1)\qquad \Delta = (\zeta_1 + \zeta'_1) - (\zeta_2 + \zeta'_2) = (\zeta_1 - \zeta_2) - (\zeta'_2 - \zeta'_1).$$

» Si la constante employée r de la réfraction était rigoureusement exacte, ainsi que la constante employée f de la flexion, on devrait avoir $\Delta = 0$; mais si ces deux constantes doivent recevoir respectivement les corrections δr et δf, le second membre ne s'annulera que si l'on ajoute à chaque distance zénithale la correction $\frac{d\varphi}{dr}\delta r + \delta f \sin z$, ou $\varphi \frac{\delta r}{r} + \delta f \sin z$, par toutes les formules de la réfraction, en négligeant, dans la formation de la dérivée, la variation de très petits termes dépendant des puissances supérieures de r.

» On aura alors

$$\Delta = \frac{\delta r}{r}[(\varphi'_2 - \varphi'_1) - (\varphi_1 - \varphi_2)] + \delta f[(\sin z'_2 - \sin z'_1) - (\sin z_1 - \sin z_2)]$$

ou

$$(2)\qquad \Delta = \mathrm{F}.\delta r + \sigma.\delta f$$

en posant

$$\mathrm{F} = \frac{1}{r}[(\varphi'_2 - \varphi'_1) - (\varphi_1 - \varphi_2)]$$

et

$$\sigma = (\sin z'_2 - \sin z'_1) - (\sin z_1 - \sin z_2).$$

» Comme il n'entre, dans le calcul de Δ, que les distances zénithales observées et les différences des réfractions calculées φ, qui en dépendent exclusivement, on voit que la relation (2) est absolument indépendante de la latitude du lieu et de la déclinaison des étoiles employées, et si l'on peut compter sur la stabilité de l'instrument pendant quelques minutes, elle n'exige la connaissance de la lecture au nadir qu'avec la précision nécessaire au calcul des arguments de la réfraction et de la flexion : une erreur quelconque du nadir n'aura en effet, dans ce cas, aucune influence sur les différences $z_1 - z_2$ et $z'_2 - z'_1$, dont dépend la valeur de Δ, puisque, à chaque culmination, les observations se font consécutivement.

» Il en résulte qu'ayant observé la distance $\zeta_1 - \zeta_2$ à l'époque où la culmination supérieure s'effectue dans les conditions les plus favorables à l'observation, on pourra indifféremment observer $\zeta'_2 - \zeta'_1$ douze heures après ou six mois plus tard, lorsque la culmination inférieure aura lieu dans les mêmes conditions. Il suffira, avant de faire la comparaison, dans ce dernier cas surtout, d'appliquer, avec le signe convenable, à chaque distance zénithale observée, la correction nécessaire pour passer de la déclinaison apparente à la déclinaison moyenne correspondant à une époque fixe.

En effet, au point de vue du calcul de la précession et de la nutation, les différences $\zeta_1 - \zeta_2$ et $\zeta'_2 - \zeta'_1$ ne seront pas affectées par les erreurs possibles des constantes, ni par l'omission des termes secondaires, puisque les deux étoiles ayant même ascension droite, l'effet, quel qu'il soit, de la précession et de la nutation sur leurs déclinaisons respectives est le même pour chacune des étoiles.

» Quant à l'aberration, la constante en est connue avec assez de précision pour qu'une erreur admissible de cette donnée n'ait aucune influence appréciable sur les déclinaisons, et par conséquent sur les différences $\zeta_1 - \zeta_2$ et $\zeta'_2 - \zeta'_1$.

» On aura donc les plus grandes facilités pour le choix des étoiles, puisqu'on pourra en prendre d'un faible éclat, et qu'on n'a pas d'ailleurs à s'inquiéter de la précision avec laquelle leurs coordonnées sont connues.

» On pourra aussi, pour chaque série d'observations, choisir le moment de la nuit où l'expérience a montré que la température a ordinairement un minimum de variation : on se trouvera ainsi dans les meilleures conditions pour faire les mesures avec toute la précision désirable.

» La seule cause d'erreur que l'on pourrait introduire tiendrait au mouvement propre des étoiles; on l'éliminera facilement, en comprenant

une série d'observations faites au passage inférieur, entre deux séries faites au passage supérieur, ou inversement.

» Nous avons l'intention, dans une Communication ultérieure, de discuter les résultats fournis par l'équation (2) et d'examiner quelles sont les limites des erreurs que l'on peut craindre dans l'application de la méthode. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les résidus des intégrales doubles.* Note de M. **H. Poincaré**, présentée par M. Hermite.

« Il y a le plus grand intérêt à tenter de généraliser les théories de Cauchy sur les intégrales prises entre des limites imaginaires et les résidus des fonctions d'une variable : c'est l'objet des considérations suivantes :

» Soient

$$\xi = x + iy, \qquad \eta = z + it$$

deux variables imaginaires et

$$F(\xi, \eta) = P + iQ$$

une fonction de ces variables. Posons maintenant, pour définir le contour d'intégration,

$$x = \varphi_1(u, v), \qquad y = \varphi_2(u, v), \qquad z = \varphi_3(u, v), \qquad t = \varphi_4(u, v),$$

u et v étant deux paramètres arbitraires réels. Soient maintenant $[X, Y]$, $[X, Z]$, ... diverses fonctions de x, y, z et t; nous supposerons

$$[X, Y] = -[Y, X], \qquad [X, X] = 0.$$

Soit

$$\frac{\partial(x, y)}{\partial(u, v)} = \frac{dx}{du}\frac{dy}{dv} - \frac{dx}{dv}\frac{dy}{du}$$

le déterminant fonctionnel de x et y par rapport à u et à v. Considérons l'intégrale

$$\iint \Big\{ [X, Y]\frac{\partial(x, y)}{\partial(u, v)} + [X, Z]\frac{\partial(x, z)}{\partial(u, v)} + [X, T]\frac{\partial(x, t)}{\partial(u, v)} + [Y, Z]\frac{\partial(y, z)}{\partial(u, v)} + [Y, T]\frac{\partial(y, t)}{\partial(u, v)} + [Z, T]\frac{\partial(z, t)}{\partial(u, v)} \Big\} du\, dv.$$

Quand on permutera u et v, l'intégrale changera de signe; je dirai alors

qu'on change le sens de l'intégration. Considérons trois fonctions entières quelconques de x, y, z et t et envisageons-les comme les coordonnées d'un point M dans l'espace. Faisons varier ensuite u et v : si, quelles que soient les fonctions entières considérées, le point M décrit une surface fermée, je dirai que le contour d'intégration est fermé.

» Les conditions d'intégrabilité, c'est-à-dire les conditions pour que l'intégrale soit nulle, toutes les fois que le contour d'intégration est fermé, sont au nombre de quatre. L'une d'elles est

$$\frac{d[X, Y]}{dz} + \frac{d[Y, Z]}{dx} + \frac{d[Z, X]}{dy} = 0,$$

et les autres s'en déduisent par permutation de lettres.

» Nous poserons alors

$$\iint F(\xi, \eta)\, d\xi\, d\eta = \iint \left[(P + iQ)\frac{\partial(x, z)}{\partial(u, v)} + (iP - Q)\frac{\partial(x, t)}{\partial(u, v)} + (iP - Q)\frac{\partial(y, z)}{\partial(u, v)} - (P + iQ)\frac{\partial(y, t)}{\partial(u, v)} \right] du\, dv.$$

Il est aisé de voir que les conditions d'intégrabilité sont remplies.

» J'envisagerai le cas où la fonction $F(\xi, \eta)$ est rationnelle et je l'écrirai sous la forme

$$F(\xi, \eta) = \frac{\varphi(\xi, \eta)}{\psi(\xi, \eta)\,\theta(\xi, \eta)},$$

en décomposant le dénominateur en ses facteurs.

» Il ne faut pas que la fonction F devienne infinie en un point du contour d'intégration. En exprimant que ψ ou θ s'annule en un point de ce contour, on obtient quatre équations algébriques à quatre inconnues. On doit s'arranger pour que ces quatre équations n'aient aucune solution réelle.

» Je ne puis exposer ici le mode de représentation, grâce auquel on peut s'affranchir de l'hypergéométrie et reconnaître, à l'aide de la Géométrie ordinaire, si l'intégrale, prise le long d'un contour fermé, est réellement nulle. Je me bornerai à indiquer quelles sont les différentes périodes de l'intégrale double, c'est-à-dire les valeurs qu'on obtient en prenant l'intégrale le long d'un contour fermé. Ces périodes sont de trois sortes :

» 1° Les périodes de la première sorte sont égales à $2\pi i H$, H étant une

période de première espèce de l'intégrale abélienne

$$\int \frac{\varphi(\xi, \eta)\, d\xi}{\psi(\xi, \eta) \frac{d\theta}{d\eta}},$$

relative à la courbe algébrique

$$\theta(\xi, \eta) = 0.$$

De même pour la seconde courbe algébrique,

$$\psi(\xi, \eta) = 0.$$

» 2° Les périodes de la seconde sorte se rapportent aux points d'intersection des deux courbes

$$\psi(\xi, \eta) = 0, \qquad \theta(\xi, \eta) = 0.$$

Elles ont pour valeur

$$\pm 4\pi^2 \frac{i\,\varphi(\xi, \eta)}{\frac{d\psi}{d\xi}\frac{d\theta}{d\eta} - \frac{d\psi}{d\eta}\frac{d\theta}{d\xi}},$$

ξ et η étant les coordonnées du point d'intersection.

» 3° Les périodes de la troisième sorte se rapportent aux points doubles de la courbe

$$\theta(\xi, \eta) = 0.$$

Elles ont pour valeur

$$\pm 4\pi^2 \frac{\varphi(\xi, \eta)}{\psi(\xi, \eta)\sqrt{\left(\frac{d^2\theta}{d\xi\, d\eta}\right)^2 - \frac{d^2\theta}{d\xi^2}\frac{d^2\theta}{d\eta^2}}},$$

ξ et η étant les coordonnées du point double.

» Ainsi se trouve confirmé, et en même temps complété et précisé, un beau résultat obtenu dernièrement par M. Stieltjes au sujet d'une généralisation des formules de Cauchy et de Lagrange. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie des équations linéaires.* Note de M. **E. Goursat**, présentée par M. Hermite.

« On sait comment Riemann a défini les fonctions hypergéométriques au moyen de leurs points de ramification et de leurs exposants de disconti-

nuité dans le voisinage de ces points. Les travaux de M. Fuchs sur les équations linéaires ont rendu ces résultats immédiats et ont permis de les généraliser de diverses façons. [*Voir* le Mémoire de M. Pochammer (*Journal de Crelle*, t. LXXI) et le Mémoire sur les fonctions hypergéométriques d'ordre supérieur que j'ai publié dans le t. XII des *Annales de l'École Normale*.] Mais ces diverses généralisations sont loin d'avoir épuisé le problème et ne correspondent au contraire qu'à des solutions très particulières, qu'il était plus facile d'apercevoir à cause d'une certaine symétrie dans les propriétés des intégrales.

» D'une manière générale, une équation linéaire, ayant toutes ses intégrales régulières pour toute valeur de la variable et possédant p points singuliers, y compris le point $x = \infty$, dépend de $(p-2)m\frac{(m+1)}{2}+m$ coefficients arbitraires, en regardant les points singuliers comme connus. Si l'on se donne les racines des p équations fondamentales déterminantes relatives aux points critiques, on introduit $pm-1$ équations de condition entre ces coefficients. Ce nombre est inférieur au précédent, dès que m est supérieur à 2 ou p supérieur à 3; de sorte que les intégrales de l'équation *la plus générale* de cette espèce ne sont pas susceptibles d'une définition analogue à celle de Riemann pour les fonctions de Gauss. Mais c'est encore dans la théorie des intégrales régulières de M. Fuchs que l'on trouve le moyen le plus simple d'étendre cette définition.

» Supposons que l'équation déterminante fondamentale relative à un point singulier a admette un groupe de λ racines

$$r, \quad r+n_1, \quad r+n_2, \quad \ldots, \quad r+n_{\lambda-1},$$

où $n_1, n_2, \ldots, n_{\lambda-1}$ sont des nombres entiers tous positifs et différents, et que pour toute autre racine r' la différence $r'-r$ ne soit jamais un nombre entier. Pour que l'équation différentielle admette dans le domaine du point $x=a$ λ intégrales linéairement indépendantes

$$(x-a)^r \mathrm{P}(x-a), \quad (x-a)^{r+n_1}\mathrm{P}_1(x-a), \quad \ldots,$$

où $\mathrm{P}(x-a)$, $\mathrm{P}_1(x-a)$, ... sont holomorphes dans ce domaine, il faudra que les coefficients de l'équation proposée vérifient $\frac{\lambda(\lambda-1)}{2}$ équations de condition qui, jointes aux λ relations qui expriment que r, $r+n_1$, ... sont racines de l'équation déterminante, donnent en tout $\frac{\lambda(\lambda+1)}{2}$ équations de

condition. Imaginons que l'on ait effectué ce partage en groupes de racines pour tous les points singuliers et que tous les logarithmes disparaissent de l'intégrale générale dans le domaine de chacun d'eux, on introduira ainsi

$$\sum_{i=1}^{i=p}\sum_{k=1}^{k=\lambda_i}\frac{m_k^i(m_k^i+1)}{2}+1$$

relations entre les coefficients, en désignant par λ_i le nombre des groupes de racines de l'équation déterminante relative au point singulier a_i, et par m_k^i le nombre des racines du $k^{\text{ième}}$ groupe. Pour que le problème soit déterminé, il faudra donc que l'on ait

$$(1)\qquad \sum_{i=1}^{i=p}\sum_{k=1}^{k=\lambda_i}\frac{m_k^i(m_k^i+1)}{2}-1=m\left[\frac{(m+1)(p-2)}{2}+1\right],$$

et l'on aura, en outre, les p relations évidentes

$$(2)\qquad \sum_{k=1}^{k=\lambda_i} m_k^i = m \qquad (i=1, 2, \ldots, p).$$

» Connaissant un système de solutions de ces équations en nombres entiers et positifs, la détermination de l'équation linéaire correspondante exige des calculs algébriques qui pourraient être assez compliqués. J'ai été conduit, pour faciliter le calcul, à faire une hypothèse de plus; je suppose que les racines de chacun des groupes dont il vient d'être question forment une progression arithmétique ayant pour raison l'unité. J'ai démontré, du reste, que tous les autres cas pourraient se ramener à celui-là. Grâce à cette nouvelle hypothèse, les coefficients de l'équation seront toujours déterminés par un système d'équations du premier degré bien faciles à obtenir. Il existe deux types d'équations de cette espèce du troisième ordre, qui, du reste, sont bien connus. Il y en a six pour les équations du quatrième ordre, dont trois sont déjà connus complètement; un cas particulier d'un des autres a été rencontré par M. Brioschi dans ses recherches sur la transformation du $r^{\text{ième}}$ ordre des fonctions elliptiques (*Annali di Matematica*, série II, t. XII, p. 65; *Mathematische Annalen*, t. XXVI, p. 108).

» Toutes ces équations jouissent d'une propriété importante. On peut en général, par des calculs purement algébriques, déterminer les substitutions que subit un système fondamental d'intégrales convenablement

choisi quand on fait décrire à la variable un contour fermé quelconque. Les coefficients de ces substitutions sont les fonctions *algébriques* des multiplicateurs des intégrales dans le domaine des points critiques et ne dépendent pas des points critiques eux-mêmes. Dans les cas particuliers auxquels j'ai appliqué la méthode, ces coefficients sont des fonctions *rationnelles* des multiplicateurs. Le petit nombre d'équations linéaires pour lesquelles on a pu résoudre effectivement ce problème donne, il me semble, quelque intérêt à cette propriété. On en déduit un certain nombre de conséquences intéressantes. Ainsi, on pourra toujours reconnaître si une équation du quatrième ordre de cette espèce s'intègre algébriquement, puisqu'on connaît tous les groupes d'ordre fini contenus dans le groupe linéaire à quatre variables. »

TÉLÉPHONIE. — *Sur des appareils télémicrophoniques*. Note de M. **E. Mercadier**, présentée par M. Cornu.

« J'appelle *télémicrophones* des appareils mixtes, produisant *simultanément* les effets des microphones et des téléphones, et réversibles comme ces derniers. Leur construction, au point de vue de la transmission, repose sur les faits suivants :

» I. On peut agir sur un téléphone ou un microphone par l'intermédiaire d'une lame mince *rigide* quelconque et d'une couche d'air, limitée ou non.

» II. On peut, sans faire perdre à un diaphragme magnétique ses propriétés téléphoniques, le charger de poids, jusqu'à une certaine limite qui peut même dépasser le poids du diaphragme.

» Ces deux propriétés ont été indiquées dans la théorie que j'ai donnée du téléphone (voir *Comptes rendus*, t. CI, p. 744 et 1001).

» III. Les effets d'un microphone placé dans le circuit primaire d'une bobine d'induction et d'un téléphone placé dans le circuit secondaire se superposent quand on agit *simultanément* sur les deux appareils, soit qu'on les superpose eux-mêmes, soit qu'on les juxtapose, soit qu'on les combine intimement, le microphone étant fixé à la membrane même du téléphone.

» Au point de vue de la réception, on s'appuie sur la propriété suivante, que j'ai indiquée à propos d'effets radiophoniques (voir *Comptes rendus*, t. CI, p. 944), propriété déjà appliquée, mais incomplètement.

» IV. Quand la membrane d'un téléphone quelconque sépare deux

chambres à air, l'une extérieure, l'autre intérieure à l'instrument, on peut recevoir nettement et fortement les mouvements de la membrane transmis à l'air, à l'aide d'un ou plusieurs tubes acoustiques adaptés latéralement à ces chambres, pourvu qu'on donne à celles-ci des dimensions convenables.

» D'après ces données, j'ai fait construire deux types de télémicrophones qui donnent de bons résultats : l'un dans lequel les organes téléphonique et microphonique sont *superposés;* l'autre où ils sont *combinés*.

» On obtient facilement un appareil de ce dernier type, à l'aide d'un téléphone d'Arsonval à la membrane duquel sont solidement fixés les charbons entourés d'un cylindre mince en fer d'un microphone du système d'Arsonval et P. Bert. Ces charbons sont à l'intérieur de l'appareil : un petit aimant auxiliaire règle la pression des charbons sur leur support.

» La membrane est surmontée d'un couvercle formant chambre à air de $0^m,01$ de hauteur au plus, percé d'une ouverture centrale recouverte d'une lame mince rigide quelconque (verre, mica, bois, ...) (I) sur laquelle on parle, et de deux ouvertures latérales auxquelles on peut ajuster des tuyaux en caoutchouc.

» Les communications électriques sont les mêmes que dans un microphone ordinaire : les charbons sont reliés au circuit primaire d'une bobine d'induction comprenant la pile : les bouts de l'hélice du téléphone sont reliés au circuit extérieur comprenant le fil secondaire de la bobine.

» En ce qui concerne la *transmission*, quand on parle sur l'appareil, la membrane en fer vibre et produit *simultanément* les deux effets principaux suivants : 1° un effet *microphonique* dans le circuit primaire de la bobine, par suite des mouvements des charbons fixés à la membrane, d'où résultent dans le circuit extérieur les courants induits ordinaires; 2° un effet *téléphonique* par suite des mouvements de la membrane dans le champ magnétique de l'aimant, d'où résultent dans le même circuit extérieur d'autres courants induits qui se superposent aux précédents (III).

» Bien que le poids des charbons soit supérieur à celui du diaphragme et irrégulièrement réparti sur la surface, l'appareil fonctionne très bien comme téléphone quand on supprime l'effet microphonique, par exemple en ouvrant le circuit de la pile (II) : si donc cette suppression se produisait accidentellement, la transmission pourrait continuer sans difficulté.

Quant à la *réception*, l'appareil est réversible, puisqu'il renferme tous les éléments d'un téléphone : pour s'en servir comme récepteur, il suffit

de le porter à l'oreille. Si on veut le laisser sur un support fixe, on se sert de tuyaux acoustiques adaptés soit au couvercle, soit à la chambre formée par la partie intérieure de l'instrument; mais il faut avoir soin de donner à celles-ci, comme il est dit plus haut (IV), des dimensions convenables pour éviter des effets de résonnance qui donnent une sorte de *flou* à la parole articulée.

» En déterminant bien ces dimensions, on peut, sans affaiblir notablement les effets, adapter plusieurs tuyaux acoustiques ou *écouteurs* de faible diamètre ($0^m,01$ environ) à chacune des chambres à air de l'appareil, ce qui permet à plusieurs personnes de recevoir à la fois les sons ou les paroles transmis : on obtient ainsi ce qu'on peut appeler un *télémicrophone à écouteurs multiples*.

» On voit d'ailleurs que ce dispositif est applicable à des téléphones ordinaires. J'ai construit ainsi en effet des téléphones à deux, quatre et jusqu'à huit écouteurs latéraux donnant des résultats susceptibles d'applications intéressantes.

» Les principaux avantages des télémicrophones sur les microphones ordinaires sont : la possibilité d'un double mode de transmission avec le même appareil; la réversibilité du transmetteur, qui simplifie beaucoup la réception; la réduction du nombre des organes des postes microphoniques, et, par suite, la diminution de la résistance totale des appareils d'une même ligne : cette réduction permet d'ailleurs de simplifier la construction des appareils et d'en diminuer notablement le volume. »

PHYSIQUE. — *Observations relatives à une Note de M.* Langley, *sur des longueurs d'onde jusqu'ici non reconnues;* par M. **Henri Becquerel.**

« Dans le *Compte rendu* de la dernière séance, se trouve une Note de M. Langley qui m'attribue d'avoir dit que « les radiations les plus extrêmes dont l'existence ait été expérimentalement démontrée n'atteignaient pas une longueur d'onde de plus de $0^{mm},0015$ ». Je n'ai jamais émis une telle opinion, car la limite à laquelle s'arrêtent les observations dépend essentiellement de la nature et de la sensibilité des méthodes que l'on emploie pour révéler la présence des radiations invisibles infrarouges.

» Je rappellerai, à cette occasion, que, dans les *Comptes rendus* du 1er septembre 1884, t. XCIX, p. 417, j'ai donné les longueurs d'onde des princi-

pales raies et bandes du spectre solaire infra-rouge, déterminées au moyen d'un réseau jusqu'à la longueur d'onde $0^{mm},001880$, et que ces nombres concordent avec ceux que donne M. Langley pour les mêmes régions. La méthode d'observation, fondée sur les phénomènes de phosphorescence, n'a pas encore permis d'aller aussi loin que le bolomètre de M. Langley; mais, jusqu'à la limite indiquée plus haut, elle donne une finesse de détails bien plus grande et a l'avantage de présenter une image d'ensemble de la région invisible; il n'est pas inutile de rappeler que cette méthode est la seule qui jusqu'ici ait révélé les spectres d'émission infra-rouges, jusque-là inconnus, des vapeurs métalliques incandescentes. »

CHIMIE. — *Sur le transport du cuivre à travers une couche gazeuse, et sur la combinaison directe du cuivre et de l'azote.* Note de M. **R. Blondlot**, présentée par M. Debray.

« Au cours d'expériences ayant pour but l'étude du passage de l'électricité à travers les gaz incandescents, j'ai eu l'occasion de faire l'observation suivante :

» Un disque de platine et un disque de cuivre de $0^{m},03$ de diamètre étaient fixés verticalement, en regard l'un de l'autre, à l'aide de supports constitués par deux colonnes de platine; la distance des disques était de 3^{mm} ou 4^{mm}. Le tout était placé dans l'intérieur d'une cloche de porcelaine vernissée, dont l'ouverture, située en bas, restait libre.

» L'appareil ayant été porté à la température du rouge vif pendant environ trois heures, en chauffant la cloche par la partie supérieure à l'aide d'un fourneau à gaz, on constata, en l'absence de tout courant électrique, que la face du disque de platine tournée du côté du cuivre avait totalement changé d'aspect : il s'était formé une couche d'environ $\frac{1}{10}$ de millimètre d'épaisseur, ayant la couleur de la plombagine. Ayant gratté une portion de cette couche à l'aide d'un fragment de verre, je constatai que la matière qui la formait était insoluble dans l'acide azotique froid, mais soluble dans cet acide chaud, en laissant toutefois un résidu constitué par une poudre noire. La portion dissoute contenait des quantités considérables de cuivre (le platine du disque n'en contenait primitivement que des traces); la poudre noire était du noir de platine très actif.

» Ainsi il y avait eu formation, à distance, d'un composé chimique contenant du cuivre et du platine, c'est-à-dire que *le cuivre avait franchi l'inter-*

valle des deux disques. Chaque fois qu'on répéta l'expérience, elle donna le même résultat.

» Dans cette expérience, le cuivre s'oxydait fortement; pour décider si cette oxydation jouait ou non un rôle dans le phénomène, je refis l'expérience dans de l'azote pur. Un tube de porcelaine, vernissé en dedans et en dehors, portait mastiquées à ses deux extrémités des garnitures métalliques, constamment refroidies par une circulation d'eau. A chacune d'elles était fixée une colonne de platine, dirigée vers l'intérieur du tube, suivant l'axe de celui-ci; ces deux colonnes se terminaient respectivement par des disques de platine et de cuivre, qui se trouvaient ainsi disposés en regard l'un de l'autre au milieu du tube. On commençait par faire passer dans le tube, pendant douze heures, un courant lent d'azote pur, préparé par le procédé de M. Schlœsing, puis on chauffait au rouge vif pendant quatre ou cinq heures. Invariablement, on constata le transport du cuivre; en même temps, le disque de cuivre était manifestement corrodé : sa surface, restée parfaitement brillante, laissait entrevoir les facettes mises à nu d'une cristallisation intérieure. On conclut de cette expérience que l'oxygène ne joue aucun rôle dans le phénomène.

» Pour savoir s'il en était de même pour l'azote, je répétai l'expérience dans de l'hydrogène pur. Cette fois, le résultat fut toujours négatif : l'expérience, répétée à plusieurs reprises, dans les meilleures conditions, ne donna jamais lieu au moindre transport. C'est donc l'azote qui joue le principal rôle dans le transport du cuivre : selon toute vraisemblance, il se forme un composé direct d'azote et de cuivre, lequel vient, soit s'incorporer en totalité dans le platine, soit se décomposer en présence de celui-ci en lui cédant son cuivre.

» J'ai constaté que le composé cuivrique déposé sur le platine est dissociable sous l'influence d'une température très élevée : ayant eu l'occasion de chauffer dans de l'azote une colonne de platine recouverte de composé cuivrique, j'ai constaté que celui-ci se transportait des parties les plus chaudes vers les parties les plus froides de la colonne. L'existence de la dissociation est encore confirmée par le fait suivant : lorsque l'on opère dans une cloche ouverte, d'après le premier procédé indiqué, tandis que la face du platine tournée du côté du cuivre se recouvre d'une couche épaisse de composé cuivrique, la face postérieure en est dépourvue; les colonnes de platine qui servent de support en sont également dépourvues à la partie supérieure, tandis qu'elles en sont abondamment recouvertes à leur partie inférieure. Cette distribution s'explique ainsi : dans l'intérieur

de la cloche, la température étant très élevée, la tension de dissociation est très grande et le composé ne peut s'y former, sauf dans le voisinage immédiat de la source de cuivre. Au contraire, vers le bas, la température est moins élevée, et le composé peut se former sur la partie inférieure des colonnes. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques propriétés du sulfure d'antimoine.* Note de M. **A. Ditte**, présentée par M. Berthelot.

« I. Les sulfures doubles de potassium et d'antimoine, que j'ai décrits dans la Note précédente, peuvent être obtenus également avec le sulfure d'antimoine anhydre; celui-ci, pulvérisé et mis en contact avec une solution concentrée de sulfure alcalin, se prend en masse compacte. Si l'on agite, pour éviter cette solidification, la température s'élève beaucoup s'il se dissout une grande quantité de sulfure; la liqueur, en se refroidissant, se remplit d'une masse jaune rougeâtre sensible à la lumière, et formée par un amas d'aiguilles du sulfure $KS, 2SbS^3$. Une liqueur moyenne concentrée et filtrée donne, quand on l'évapore, d'abord des cristaux bipyramidés de ce sel double, puis, quand la liqueur devient plus chargée de sel alcalin, des cristaux du sulfure double $2KS, SbS^3$.

» II. Le sulfure d'antimoine orangé précipité se dissout à froid dans l'acide chlorhydrique suffisamment concentré, en dégageant de l'acide sulfhydrique qui sature la liqueur. Entre le chlorure d'antimoine et l'acide sulfhydrique d'un côté, entre le sulfure d'antimoine et l'acide chlorhydrique de l'autre, se produisent des actions inverses et réciproques, qui donnent lieu à des chlorosulfures, chlorhydrates, etc., qui ont été étudiés par M. Berthelot (*Comptes rendus*, t. XCII, p. 22, 86). Un état particulier d'équilibre s'établit entre les corps qui se trouvent en présence; il est d'ailleurs rompu quand on élève la température de la liqueur, ou quand on l'étend d'eau; ce liquide donne lieu à la formation d'un précipité orangé.

» Quand on opère à chaud, les choses se passent d'une manière analogue; toutefois les hydrates d'acide chlorhydrique sont plus facilement dissociables, et l'acide sulfhydrique se dissout en quantité d'autant moindre que la température est plus élevée; la quantité de ce gaz qui intervient pour déterminer l'équilibre diminue donc à mesure qu'on chauffe davantage. L'acide chlorhydrique tend toujours cependant à décomposer le sulfure, l'hydrogène sulfuré à le reproduire, mais il arrive un instant où les

conditions de température deviennent telles que le sulfure hydraté ne peut plus prendre naissance, et l'on voit apparaître alors du sulfure anhydre et cristallisé.

» Aussi, quand on fait bouillir du sulfure d'antimoine précipité orangé avec une dissolution étendue d'acide chlorhydrique, on n'observe tout d'abord rien autre qu'une lente attaque du sulfure avec dégagement d'hydrogène sulfuré; à mesure que l'eau s'évapore et que la liqueur se concentre, l'attaque du précipité devient plus facile, et bientôt l'action de l'acide sulfhydrique sur le chlorure d'antimoine dissous donne lieu à la production de quelques cristaux de sulfure anhydre, faciles à distinguer à leur couleur. En continuant de bouillir, la liqueur se concentre par degrés insensibles, les conditions d'équilibre se modifient à chaque instant, le sulfure hydraté, moins stable que le sulfure anhydre, est attaqué de préférence par l'acide chlorhydrique, et la réaction inverse ne donne plus que du sulfure anhydre; aussi, au bout de quelques instants, le dépôt orangé est-il entièrement changé en une matière brillante, gris d'acier, formée de petits cristaux prismatiques, anhydres, doués, comme le sulfure naturel, de l'éclat métallique.

» La formation de ces cristaux dans la liqueur bouillante commence quand celle-ci renferme par litre 54^{gr} environ d'acide chlorhydrique anhydre, dont une partie d'ailleurs est alors à l'état de chlorure d'antimoine; l'acide bromhydrique donne lieu à un phénomène analogue.

» III. Lorsqu'on fait bouillir du sulfure d'antimoine orangé avec une dissolution d'acide sulfurique, ce n'est que lorsque celle-ci est devenue très concentrée à la suite d'une ébullition prolongée qu'il se produit un dégagement un peu abondant d'acide sulfhydrique, et en même temps les sulfates décrits par M. Peligot commencent à se former; mais, comme l'hydrogène sulfuré dissous dans la liqueur peut réagir sur eux en donnant du sulfure d'antimoine, l'équilibre s'établit entre les divers corps mis en présence, comme dans le cas de l'acide chlorhydrique. Cet état d'équilibre se modifie continuellement à mesure que l'ébullition se prolonge, du sulfure d'antimoine anhydre se produit comme au cas précédent et pour des raisons de même ordre, et bientôt tout le sulfure orangé a disparu, laissant à sa place des aiguilles brillantes et anhydres douées de l'éclat métallique.

» IV. La densité du sulfure d'antimoine anhydre éprouve quelques variations qui se rattachent à ses divers modes de préparation. Celle du sulfure naturel, qui du reste n'est pas pur, est voisine de 4,6 ou 4,7; le

sulfure fondu, obtenu par combinaison directe du métal et du soufre, a une densité égale à 4,892; celle du sulfure obtenu par voie humide est 5,012.

» Or, si l'on calcule la densité moyenne du sulfure d'antimoine à l'aide des densités du métal (6,72) et du soufre (1,97 et 2,07), on trouve les nombres 3,982 et 4,095; la combinaison du soufre et de l'antimoine est donc accompagnée d'une contraction considérable; ce fait est du reste d'accord avec la nature fortement exothermique de ce sulfure, qui, d'après les déterminations de M. Berthelot, est formé à partir de ses éléments avec un dégagement de 17^{Cal}.

» V. D'après Fuchs, le sulfure d'antimoine fondu et coulé dans l'eau froide donne une masse amorphe, plus dure que le sulfure cristallisé et dont la densité serait 4,15; cette matière donnerait une poudre rouge orangé. Je n'ai pas pu reproduire ce sulfure amorphe à poudre rouge; le sulfure d'antimoine fondu, puis coulé dans l'eau froide, a le même aspect métallique que le sulfure ordinaire, et il donne, comme lui, une poudre foncée presque noire; cependant, sa densité est plus faible; j'ai trouvé, pour un sulfure coulé dans l'eau froide et immédiatement après la trempe, des nombres compris entre 4,494 et 4,593, et pour une substance préparée de la même manière, mais après un intervalle de temps de dix-huit mois après la trempe, des nombres compris entre 4,217 et 4,305.

» Quant au sulfure orangé, je n'ai pu l'obtenir exempt d'eau; le précipité orangé de sulfure que donne l'hydrogène sulfuré dans les dissolutions d'antimoine est hydraté; il retient de l'eau même après avoir été maintenu pendant plusieurs jours dans le vide au-dessus d'acide sulfurique, et sa composition correspond alors à peu près à la formule $SbS^3, 2HO$; quand on chauffe au-dessus de 100°, l'eau se dégage et le sulfure devient anhydre, mais en même temps il change de couleur et prend l'aspect gris métallique du sulfure anhydre obtenu par tout autre procédé. »

CHIMIE. — *Sur un réactif permettant de déceler la fonction acide des acides faibles*. Note de M. **R. Engel**, présentée par M. Friedel.

« On sait depuis longtemps que la neutralisation des divers acides n'est pas accusée de la même manière par les différentes matières colorantes (tournesol, cochenille, hématoxyline). Les raisons théoriques en vertu desquelles les acides forts sont reconnus par leur réaction sur la teinture

de tournesol ont été développées par M. Berthelot (*Mécanique chimique*, t. II, p. 204). Depuis, M. Miller (*Ber.*, p. 460; 1878) a indiqué que certains sels qui bleuissent le tournesol sont sans action sur la tropéoline. Plus tard, M. Robert T. Thomson (*Chem. News*, 123; 1883) a montré que l'orangé 3 définit l'acide phosphorique comme monobasique, tandis que la phénacétoline et surtout la phénolphtaléine le définissent comme bibasique. M. Joly (*Comptes rendus*, 1er sem. 1885, p. 55) a signalé les mêmes faits. Enfin M. Berthelot, par de nouvelles expériences calorimétriques, a complètement éclairci la question et montré : 1° que l'hélianthine A *caractérise la neutralisation de tout acide tel que la chaleur de formation de son sel de potasse solide surpasse* 10^{Cal}; 2° que l'hélianthine B et la phtaléine du phénol permettent de titrer tout acide tel que la chaleur de formation de son sel de potasse solide surpasse 6^{Cal} à 7^{Cal} environ.

» Le bleu soluble CLB (Poirrier), matière colorante que nous avons signalée, M. Ville et moi, comme permettant le dosage alcalimétrique direct et à froid des bases alcalines en présence de leurs carbonates, caractérise la neutralisation d'acides qui dégagent encore moins de chaleur avec la potasse, sans qu'il me soit possible de fixer la limite inférieure de cette quantité de chaleur, les sels de potassium de la plupart des corps dont je vais parler n'étant pas connus à l'état solide.

» Ce réactif peut donc rendre des services non seulement pour certains dosages, mais surtout comme moyen de démonstration dans les cours. Il permet, en effet, de révéler d'une manière nette la fonction acide de certains composés organiques à fonction mixte qui sont neutres ou même alcalins au tournesol, et, en s'aidant de l'orangé 3 et de la phénolphtaléine, de rendre frappante l'énergie thermique relative des divers acides et les diverses énergies distinctes de la plupart des acides polybasiques.

» Les expériences, dont les résultats sont donnés plus loin, ont été faites de la manière suivante : On dissout dans l'eau un poids de la substance égal à son poids moléculaire, à la moitié ou au dixième de ce poids, et on étend la solution à 1^{lit}, de manière à avoir des solutions normales, demi-normales ou normales décimes, suivant la solubilité de la substance. On titre ces liquides avec de la potasse normale, après avoir ajouté quelques gouttes de la solution au $\frac{2}{1000}$ du bleu soluble. Pour bien percevoir la fin de la réaction, il est bon d'opérer dans un vase de Bohême placé sur fond blanc et dans lequel la hauteur du liquide à titrer ne dépasse pas quelques millimètres. Lorsqu'on arrive aux trois ou quatre derniers dixièmes de centimètre cube de potasse à ajouter, la teinte bleue commence à changer,

et cela avec les acides forts comme avec les acides faibles. Mais en opérant comme je viens de l'indiquer, on voit chaque goutte de potasse qui tombe au centre du vase déterminer une teinte rouge violacé qui tranche nettement sur la teinte générale du liquide. On continue l'addition de potasse jusqu'à ce qu'une goutte ne détermine plus de changement de couleur et seulement la différence d'intensité à peine visible de la même teinte résultant de la dilution du liquide à l'endroit où tombe la goutte.

» 1° *Phénol.* — Le phénol, en présence duquel le tournesol et l'orangé 3 virent sous l'influence d'une seule goutte de potasse, et l'hélianthine B progressivement, se comporte avec le bleu comme un acide monobasique. 40^{div} d'une solution demi-normale ont exigé $20^{div},5$ de potasse normale. 20^{div} d'une solution demi-normale ont exigé $10^{div},25$ de potasse normale.

» De même que certains acides forts ne rougissent plus le tournesol en présence de l'alcool, de même le phénol en solution alcoolique n'agit plus sur le bleu soluble préalablement rougi par une goutte de potasse.

» 2° *Résorcine.* — La résorcine est nettement caractérisée comme acide bibasique. 100^{div} d'une solution normale ont exigé 99^{div} de potasse.

» Ce résultat est conforme aux récentes expériences de MM. Berthelot et Werner sur la chaleur de neutralisation de la résorcine par la soude.

» 3° *Morphine.* — Il était particulièrement intéressant de constater si la morphine, qui possède la double fonction phénol, révèle ces fonctions en présence du bleu soluble. Les résultats ont été des plus nets. La morphine se comporte comme un acide; mais, à cause du peu de solubilité de la base libre, j'ai dû préparer la solution titrée avec son chlorhydrate. 100^{div} d'une solution normale décime de chlorhydrate de morphine ont exigé 24^{div} de potasse (théorie, 20^{div} pour la double fonction phénol).

» Il faut, comme on le voit, pour la neutralisation, une quantité de potasse légèrement supérieure à celle qu'indique la théorie. J'attribue ce résultat à un partage de l'acide chlorhydrique entre la potasse et la morphine, qui, en tant que base, n'agirait pas sur la matière colorante. Nous avons en effet indiqué, M. Ville et moi, que l'ammoniaque ne détermine pas le virage du bleu soluble au rouge. Il en est de même de l'éthylamine et d'autres amines, et, sans doute aussi, de la morphine neutralisée dans ses fonctions de phénol.

» Quoi qu'il en soit, il est facile de montrer d'une manière brillante, dans un cours, la fonction acide de la morphine, soit avec l'alcaloïde libre, soit avec son chlorhydrate.

» 4° *Alcools monovalents.* — Le bleu soluble vire sous l'influence d'une seule goutte de potasse en présence des alcools monovalents, même en présence des alcools tertiaires (triméthylcarbinol, pinacone) qui, à bien des titres pourtant, peuvent être rapprochés des phénols, mais qui, par ce caractère, s'en distinguent nettement. Il y aurait lieu d'examiner, à ce point de vue, les alcools tertiaires non saturés de la série grasse.

» 5° *Alcools plurivalents.* — En solution concentrée, la glycérine, l'érythrite, la mannite, etc., manifestent une tendance acide. Il faut, en général, plusieurs gouttes de potasse pour arriver à la teinte rouge qu'on peut ramener à la teinte bleue par un excès de l'alcool polyvalent; mais le dosage est impossible.

» 6° *Aldéhyde ordinaire.* — L'aldéhyde acétique vire sous l'influence d'une seule goutte de potasse.

» 7° *Chloral.* — Il n'en est pas de même du chloral, qui se prête parfaitement au dosage. Le chloral se comporte comme un acide monobasique. 100 divisions d'une solution normale d'hydrate de chloral (bien pur) ont exigé $99^{\text{div}},5$ de potasse.

» Comme le chloral, en se décomposant, sous l'influence de la potasse, donne du chloroforme et une molécule d'acide formique monobasique, on n'a pas à se préoccuper dans ce dosage de la question de savoir s'il y a ou non décomposition. Ce dosage est tout à fait pratique et peut servir pour reconnaître la valeur d'un chloral commercial.

» 8° *Acide prussique.* — L'acide prussique peut également être dosé, par la méthode acidimétrique, en se servant du bleu soluble comme indicateur. Les résultats sont excellents.

« 9° Enfin la glycocolle, l'alanine, la taurine se comportent comme des acides. Le dosage de ces substances, qui d'ailleurs n'a aucun intérêt, ne paraît pas pratique, parce que, vers la limite, le virage s'opère peu à peu et que la coloration du liquide tend à disparaître ; mais on peut faire voir avec une grande netteté la fonction acide de ces corps, à la fois acides et bases. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur la composition des eaux-de-vie de vin.* Note de M. Ch. Ordonneau, présentée par M. Pasteur.

« Les alcools d'industrie prennent de plus en plus d'importance depuis que les eaux-de-vie de vin deviennent rares à cause des ravages du Phyl-

loxera. Les perfectionnements apportés aux appareils distillatoires ont beaucoup contribué à leur extension, parce qu'ils permettent d'obtenir des alcools presque purs, désignés dans le commerce sous le nom d'*alcools neutres;* néanmoins ces alcools possèdent une odeur spéciale, appelée *odeur de trois-six*, que reconnaissent les dégustateurs et qui n'existe pas dans l'alcool de vin.

» Je me suis occupé de rechercher la cause de cette différence, et j'ai étudié comparativement de l'eau-de-vie vieille de Cognac et des alcools d'industrie. J'ai soumis à la distillation fractionnée 3^{hlit} d'une eau-de-vie de Cognac, de vingt-cinq ans, de provenance certaine, au moyen d'un rectificateur ayant beaucoup d'analogie avec l'appareil Henninger-Claudon. L'alcool de tête renferme de l'aldéhyde, de l'éther acétique, de l'acétal avec des traces d'éther propionique et d'éther butyrique. L'alcool de queue, rectifié à plusieurs reprises, m'a fourni 1200^{gr} environ d'un produit possédant l'arome particulier de l'eau-de-vie mise en œuvre. Au moyen de nombreuses rectifications, j'ai pu démontrer, dans l'eau-de-vie de Cognac, la présence des corps indiqués dans le Tableau suivant; les chiffres marquent la quantité de grammes par hectolitre d'eau-de-vie.

Aldéhyde acétique	3^{gr}
Éther acétique	35
Acétal	»
Alcool propylique normal	40
» butylique normal	218,60
» amylique	83,80
» hexylique	0,60
» heptylique	1,50
Éthers propionique, butyrique, caproïque, etc.	3
Éther œnanthique, environ	4
Bases, amines	»

» Le résultat le plus important de cette analyse, c'est la présence d'*alcool butylique normal*, bouillant à 116°-118° et s'élevant à 218^{gr} par hectolitre. De plus, l'alcool amylique pur, dont la présence régulière dans les vins a été constatée par Henninger, ne paraît pas contribuer à donner un mauvais goût aux eaux-de-vie, à la dose de 80^{gr} par hectolitre.

» En comparant à l'eau-de-vie les produits de la distillation des alcools d'industrie (alcools de maïs, de betteraves, de pommes de terre), j'ai trouvé que les produits de queue renferment de l'alcool propylique, de l'alcool amylique actif et inactif, de la pyridine, un alcaloïde bouillant à

180°-200° (collidine?) et de l'*alcool isobutylique*, sans trace d'alcool butylique normal.

» La présence de celui-ci dans les eaux-de-vie m'a fait supposer qu'il est un des produits normaux de la fermentation alcoolique, sous l'influence de la levure elliptique, tandis que l'alcool isobutylique se produirait dans la fermentation développée par la levure de bière; pour le constater, j'ai fait fermenter 100^{kg} de mélasse de raffinerie avec de la lie de vin, séchée à l'air libre, et des 19^{lit} d'alcool à 92°, obtenus par cette fermentation, j'ai retiré une huile à odeur agréable, bien différente de celle des distilleries et renfermant de l'alcool *butylique normal* mêlé à de l'alcool amylique : cette huile ressemble à celle que l'on retire par distillation du vin nouveau.

» Ceci semble donc prouver que la levure elliptique donne des corps secondaires différents de ceux que produit la levure de bière. L'odeur dite de trois-six que possèdent, selon les négociants, les alcools d'industrie est due à la présence de l'alcool isobutylique, dont les rectifications faites dans les distilleries ne parviennent pas à débarrasser l'alcool. De plus, l'alcool isobutylique a une saveur désagréable, tandis que l'alcool normal possède la finesse recherchée par le dégustateur.

» Ces résultats m'ont permis d'indiquer un procédé industriel pour préparer avec toutes les substances sucrées des alcools bon goût, et dénués, même à l'état de phlegmes, de l'odeur dite de trois-six. Il consiste à faire fermenter les moûts par la levure elliptique, qui est aussi facile à cultiver que la levure de bière. Cette levure, qui est basse, agit avec vigueur de 28° à 32° et ne paraît pas dégénérer après plusieurs cultures. Ce procédé aura subi avant peu les épreuves de la pratique industrielle et permettra, avec des appareils distillatoires même ordinaires, de fournir d'excellents alcools.

» L'analyse de l'eau-de-vie m'a montré encore que le bouquet véritablement vineux des eaux-de-vie et des vins est dû à un corps qui n'y est qu'en petite quantité, qui paraît être un terpène bouillant à 178°, et dont les produits d'oxydation caractérisent la vieille eau-de-vie; il est plus abondant dans les vins blancs. L'eau-de-vie contient, en outre, de petites quantités d'amines, probablement pyridiques, qui, pour certains crus, lui donnent une sécheresse particulière et nuisent à sa qualité. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'appareil digestif du Phylloxera*. Note de M. **Victor Lemoine**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« L'appareil digestif du *Phylloxera punctata* consiste en un tube recourbé sur lui-même, dilaté dans deux de ses points, et en une série de glandes annexées à l'extrémité antérieure de ce tube. Dans la forme agame aptère adulte, la dilatation antérieure (dilatation stomacale, dilatation intestinale antérieure) est allongée, ovoïde, représentant plus du tiers de la longueur totale du tube. On met facilement en évidence, grâce à un procédé de double teinture, les gros éléments cellulaires qui tapissent sa face interne et les nombreuses fibres musculaires de sa paroi externe. La dilatation postérieure, ou intestin postérieur, est d'un calibre moindre; elle est surtout remarquable par les rapports qu'elle présente à son extrémité anale avec la partie contractile du vaisseau dorsal.

» Les deux parties dilatées de l'intestin sont réunies par une portion plus étroite, plus courte, véritable intestin grêle ou intestin moyen qui, en se contournant sur lui-même, met en contact les deux parties dilatées. Cet intestin moyen est surtout remarquable par la présence de gros éléments glandulaires, riches en particules graisseuses et qui produisent des bosselures à la surface de cette partie du tube digestif relativement foncée. Ces gros éléments glandulaires paraîtraient remplacer physiologiquement les éléments des tubes de Malpighi, dont il nous a été complètement impossible de trouver aucune autre trace.

» Les dilatations du tube digestif semblent d'autant plus prononcées que la forme agame aptère est plus jeune. Chez la nymphe et dans la forme ailée, ces dilatations tendraient au contraire à s'atténuer, de telle sorte que le tube digestif deviendrait relativement cylindrique dans ses diverses parties.

» La dilatation stomacale, dans les différentes formes que nous considérons, est précédée d'un œsophage court et étroit qui remonte obliquement au-dessous de la masse ganglionnaire sus-œsophagienne. Constamment nous avons rencontré à la surface externe de cet œsophage une petite masse de trois éléments, sans doute de nature nerveuse. La partie postérieure de ce conduit pénètre dans l'estomac, en constituant une importante invagination. Sa partie antérieure se continue avec une dilatation étroite, allongée, ovalaire, qui se dirige obliquement du ganglion sus-œsophagien

à l'orifice buccal proprement dit. Cette dilatation pharyngienne présente des épaississements chitineux, véritables valves qui se rapprochent et s'éloignent sous l'action de muscles, dont on peut constater le mode de contraction dans les formes jeunes. Au-dessus du pharynx se trouvent deux petits corps réfringents qui paraissent se rattacher aux prolongements antérieurs de la masse ganglionnaire sus-œsophagienne.

» L'orifice buccal proprement dit, étroit et arrondi, s'ouvre entre les différents appendices buccaux (lèvre supérieure, trompe, stylets), déjà si complètement décrits par les auteurs. Nous avons pu, durant le développement de l'œuf, étudier le mode de formation de ces différents appendices, ainsi que celui de l'orifice buccal, qui paraît bien correspondre à l'invagination de l'épaississement blastodermique inférieur.

» Le *Phylloxera vastatrix*, contrastant avec l'espèce que nous étudions par l'élargissement et le raccourcissement relatif des premiers articles du corps, doit présenter un degré de concentration plus prononcé des parties correspondantes du tube digestif et du système nerveux (ganglions sous-œsophagiens et thoraciques). Les glandes annexées à l'extrémité antérieure du tube digestif du Phylloxera peuvent être distinguées en plusieurs séries. Ce sont tout d'abord des glandes plus petites, que leurs rapports paraissent permettre de désigner sous le nom de *glandes maxillaires*. Une paire de glandes plus volumineuses, comme bilobées, occupent le thorax et se prolongent par une sorte de canal excréteur large, muni lui-même d'éléments glandulaires. Ces glandes thoraciques sont d'autant plus importantes que l'individu considéré est plus jeune. On peut reconnaître leur présence dans l'œuf aussitôt après le développement de la bandelette embryonnaire. Dans la forme agame ailée, nous avons pu constater l'existence d'une glande impaire étroite (glande linguale), qui se retrouve sans doute également dans les formes aptères.

» Dans les formes sexuées du *Phylloxera punctata*, l'appareil digestif est toujours sans fonction; néanmoins il peut se présenter sous des aspects assez variables. Le plus souvent c'est une petite masse ovalaire, jaunâtre, également distante des points où devraient se trouver normalement les extrémités du tube digestif. Souvent cette masse ovalaire se prolonge antérieurement en une véritable dilatation stomacale, à laquelle fait suite un œsophage court, étroit, sans cavité appréciable. Parfois, mais plus rarement, la masse ovalaire jaunâtre se prolonge en une dilatation postérieure qui peut être suivie jusqu'à l'extrémité du corps. Le tube digestif est alors constitué dans ses parties essentielles avec cette remarque qu'il ne présente

pas de courbure appréciable et que ses deux dilatations sont peu accentuées. Nous ne pouvons ici entrer dans des détails sur la structure de ce tube digestif rudimentaire qui nous semble représenter les divers stades de développement d'un tube digestif normal. Les formes sexuées offrent également des paires de glandes thoraciques et maxillaires. Ces dernières, fort réduites, nous paraissent s'ouvrir, par suite de l'atrophie des pièces buccales, au niveau de deux sortes de petites boutonnières situées de chaque côté d'un orifice buccal souvent bien appréciable. »

ZOOLOGIE. — *Morphologie comparée du labium chez les Hyménoptères.* Note de M. **Joannes Chatin**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Dans mes précédentes Communications ([1]), j'ai fait connaître les variations que la mâchoire et la mandibule présentent chez les Hyménoptères, et j'ai montré quelle intime et constante parenté morphologique unit ces organes à ceux des Broyeurs, dont on les éloigne généralement en exagérant la valeur de quelques dissemblances plus apparentes que réelles. Les recherches que je résume aujourd'hui ont été consacrées à l'étude du labium, considéré sous les mêmes points de vue.

» On sait que, chez plusieurs Insectes broyeurs, le labium offre toutes les pièces constitutives d'une paire de mâchoires rapprochées sur la ligne médiane, pour former cette lèvre inférieure. Une telle complexité peut également s'observer chez divers Hyménoptères, qui ne le cèdent en rien aux Orthoptères et Coléoptères les plus remarquables à cet égard. Les Vespides (*Vespa orientalis*, etc.) en fournissent de fréquents exemples : à la base du labium se voit un menton assez allongé, répondant à la région sous-maxillaire, tandis que la région maxillaire est représentée par la petite languette qui le surmonte. Sur cette languette s'appuient deux sous-galéas, qui supportent les galéas et les intermaxillaires réunis sur la plus grande partie de leur longueur. Les palpes labiaux, assez développés, s'insèrent au-dessous et en dehors des sous-galéas. On voit que peu de Broyeurs justifient aussi complètement l'ingénieuse conception de Savigny.

» Le *Stizus tridens* offre un labium assez comparable au précédent. Le menton, très grand, porte une languette également plus étendue que chez le *Vespa;* un sous-galéa transversal donne insertion aux intermaxillaires et aux galéas, en dehors desquels se déploient les palpes labiaux.

([1]) *Comptes rendus,* juillet et septembre 1885.

» L'aspect général commence à se modifier chez l'*Acœnites arator*. Le menton est moins développé que dans les types précédents; une ligne courbe, difficile à suivre, le sépare à peine de la languette. Grossièrement comparable à un écusson, celle-ci supporte directement les trois paires d'appendices : moins extérieurs que chez les Vespides et les *Stizus*, les palpes se rapprochent de la ligne médiane; les galéas, formés de deux articles, se recourbent en dedans; petits et appliqués contre les galéas, les intermaxillaires rappellent assez exactement les mêmes pièces chez les Locustides. Non seulement ce labium se distingue des précédents par l'absence des sous-galéas, mais il tend à s'allonger notablement dans son ensemble; cette tendance va s'accentuer rapidement et ne tardera pas à déterminer des changements considérables.

» Avant d'aborder l'examen des types ainsi modifiés, il importe, pour établir la similitude entre les Broyeurs et les Hyménoptères, de signaler parmi ceux-ci des formes semblables à celles qui caractérisent divers Broyeurs (Carabides, etc.) dont le labium subit une extrême réduction dans le nombre de ses pièces constitutives.

» Chez les Méthoques (*Methoca formicaria*, etc.), le labium se compose simplement d'un menton et d'une languette avec deux palpes labiaux; c'est presque identiquement ce qui s'observe chez le Carabe doré. La réduction est encore plus marquée chez les *Xyela*, où l'on ne distingue qu'une pièce basilaire portant les palpes. Il serait facile de multiplier de tels exemples; mais ceux-ci suffisent, et je crois plus intéressant de reprendre l'étude des transformations du labium au point où je l'ai laissé avec l'*Acœnites*.

» Auprès de ce type se placent les *Cynips*, dont la lèvre inférieure présente une large base qui donne extérieurement attache aux palpes labiaux, tandis que sur sa partie supérieure s'insère une pièce très complexe : formée sur ses côtés par les galéas dont on peut aisément distinguer les limites, elle est constituée en son milieu par les intermaxillaires étroitement confondus. Il en est de même chez les Lophyres. Or, en morphologie, aucun détail ne saurait être négligé, et la fréquence même avec laquelle on voit s'affirmer l'union des intermaxillaires réclame une attention spéciale : la pièce qui résulte de leur soudure est encore ici fort réduite; mais qu'elle s'allonge et consolide ses tissus, on verra dès lors une véritable lame médiane occupant le centre du labium, égalant ou même dépassant les autres organes buccaux et pouvant fonctionner à la manière d'une langue ou d'une râpe, éminemment apte à recueillir les substances visqueuses ou pulvérulentes qui forment la base de l'alimentation d'un grand nombre d'Hyménoptères.

» Telle est, en effet, la disposition qui va bientôt s'observer et se généraliser, mais elle ne se réalise pas brusquement. Les *Cimbex* offrent un état intermédiaire : au centre du labium se voit une lame assez courte, mais cependant plus allongée que la tubérosité médiane des *Cimbex* et des Lophyres ; deux petites cornes latérales émergent de son extrémité supérieure et témoignent de l'indépendance originelle des intermaxillaires intimement confondus pour la former.

» La même tendance s'affirme mieux chez les Epéoles (*E. variegatus*, etc.), où deux petits galéas entourent une longue râpe médiane due à l'union des intermaxillaires.

» On arrive ainsi, par une progression régulière, à la forme propre aux Abeilles et aux Anthophores (*A. retusa*, etc.). La lame centrale, très développée, montre la ligne suturale des intermaxillaires; par sa situation au milieu des diverses pièces labiales, maxillaires et mandibulaires, elle achève d'imprimer à l'appareil buccal des Apides un aspect des plus singuliers.

» Si, comme on le fait généralement, on se borne à l'examen de ce labium classique, rien ne semble évidemment moins comparable aux formes caractéristiques des Insectes Broyeurs ; mais, après la longue série des types qui viennent d'être décrits, il est impossible de méconnaître, entre ces états si disparates au premier abord, d'incontestables liens de parenté qui ne s'effacent même que progressivement.

» Il importe toutefois, pour les apprécier sûrement, de noter les moindres variations, les plus légères tendances; le fait le plus secondaire en apparence peut ici s'affirmer rapidement et son interprétation éclaire parfois d'une vive lumière les formes les plus inattendues, les plus difficiles à élucider pour l'observateur qui considère simplement les deux termes de la série, sans rechercher les états intermédiaires. »

ZOOLOGIE. — *Observations zoologiques et anatomiques sur une nouvelle espèce de* Balanoglossus. Note de M. R. **Kœhler**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« L'espèce de *Balanoglossus* qui fait l'objet de cette Note n'a pas encore été décrite. Je l'ai découverte au mois d'août 1885, à l'île de Herm, située à l'est et à peu de distance de Guernesey, au milieu des sables coquilliers qui forment une plage très étendue sur la côte occidentale de l'île, et je lui ai

donné le nom de *B. sarniensis* pour rappeler la localité d'où elle provient. Sa taille est assez considérable et, quoique je n'aie pu recueillir un seul échantillon intact, j'ai conservé trois tronçons représentant un individu entier dont la longueur était de $0^m,35$ environ ; mais, d'après des portions du tube digestif, que j'ai rencontrées isolées, je pense qu'il peut atteindre une plus grande longueur : la largeur de l'animal est d'environ $0^m,01$ au niveau du collier.

» La trompe, conique, de $0^m,015$ de longueur quand elle est étalée, est d'une belle couleur jaune vif. La portion suivante du corps qui s'étend jusqu'à la région hépatique est d'une couleur orange foncé, qui passe au vert foncé au niveau de la région hépatique. La couleur verte se prolonge au delà du point où les cœcums hépatiques disparaissent, puis se perd peu à peu, et la dernière portion du corps de $0^m,10$ à $0^m,20$ de longueur est tout à fait incolore.

» Le collier, un peu plus long que large, offre un bord antérieur irrégulièrement festonné ; son bord postérieur n'est séparé du reste du corps que par un léger sillon transversal. La région qui suit le collier est profondément excavée sur la face dorsale ; ce sillon, très profond et très large au niveau et au delà de la région branchiale, s'atténue peu à peu et disparaît au niveau de la région hépatique, où le corps est cylindrique. La région branchiale a une longueur de $0^m,015$ environ. Vue par la face dorsale, elle a la forme d'un triangle allongé, dont le sommet, dirigé en arrière, est limité de chaque côté par un sillon peu profond ; elle offre en son milieu un sillon plus accentué duquel partent latéralement de petites rides très légères, plus nombreuses que les lignes de séparation des anneaux du corps en cette région. Les cœcums hépatiques, au nombre de quarante environ, sont de simples diverticules de la paroi intestinale et paraissent indépendants les uns des autres. La région postérieure est irrégulière et plus ou moins bosselée suivant la quantité de sable qu'elle renferme.

» Ce Balanoglosse sécrète une grande quantité de mucus, possédant une odeur très forte et tenace d'iodoforme.

» Les recherches que j'ai faites sur les organes qui se trouvent à la base de la trompe confirment et complètent celles de Bateson. La glande de la trompe forme deux masses distinctes entourant une cavité centrale et dont le tissu est constitué par des fibrilles conjonctives entrecroisées, limitant des mailles irrégulières. Dans ces cavités se trouvent disposées de nombreuses cellules, dont on n'aperçoit guère que les noyaux, avec d'abondantes granulations pigmentaires jaunes et brunes. On rencontre en outre

constamment des espaces d'étendue variable, remplis d'un magma de sang coagulé que les réactifs colorent fortement; quant à la cavité centrale, elle est occupée en partie par de petites cellules à protoplasma granuleux, plongées dans une masse finement granuleuse et très claire au milieu de laquelle sont réparties des granulations jaunes. On ne peut douter que cet organe ne soit une glande ayant des rapports très intimes avec le système circulatoire. Sa structure offre une analogie remarquable avec celle de la glande madréporique des Échinides que j'ai décrite dans un travail antérieur.

» Le cœur est un organe aplati et allongé, situé à la face dorsale du diverticulum pharyngien. Il se termine en avant en un cul-de-sac et envoie sur ses côtés des vaisseaux aux parois de la trompe; en arrière, il offre trois prolongements se continuant avec les vaisseaux du corps. Le prolongement médian qui se place entre le diverticulum pharyngien et le cordon nerveux dorsal du collier donne naissance à un vaisseau qui longe la face ventrale de ce cordon et se continue par le vaisseau longitudinal dorsal. Le cordon nerveux du collier constitue le système nerveux central, et le vaisseau qui se trouve à sa face ventrale donne, à droite et à gauche, des branches qui se réunissent au-dessus de ce cordon en un vaisseau longitudinal sus-nervien. Le système nerveux central ne dépassant pas le collier, il s'ensuit que le vaisseau sus-nervien n'atteint pas la région branchiale. Quant aux deux prolongements postérieurs du cœur, ils se trouvent d'abord situés de chaque côté de la plaque squelettique placée à la base de la trompe; puis, s'en écartant peu à peu, ils se recourbent vers la face ventrale, et se réunissent pour former le vaisseau médian ventral. Le cœur donne aussi des branches qui se distribuent sur l'extrémité antérieure du diverticulum pharyngien et qui s'anastomosent avec celles de la trompe. Il fournit enfin de nombreux troncs à la glande décrite plus haut.

» Le système nerveux offre à considérer une région centrale et une portion périphérique. La région centrale est formée d'un cordon qui s'étend sur toute la longueur du collier, sur la ligne médiane dorsale. Ce cylindre présente une enveloppe externe fibreuse, dont les fibres sont très fines et enferment quelques noyaux, entourant une portion centrale formée de cellules allongées, disposées en forme d'épithélium et limitant des espaces ovalaires vides, déjà décrits par Sprengel et Bateson, seulement la cavité centrale qui, d'après Bateson, existerait dans la région antérieure du cordon nerveux est nulle dans mon espèce. Le mode de terminaison de ce cordon nerveux en avant et en arrière est fort curieux. En arrière, le cordon

se rapproche peu à peu de l'épithélium de la face dorsale du corps, les cellules qui en occupaient la partie centrale viennent tapisser la face interne de l'enveloppe fibreuse sous forme d'une couche régulière limitant une lumière parfaitement définie, et le cordon nerveux dont l'axe était jusqu'alors rempli par les cellules devient un canal offrant une couche externe fibreuse et une couche interne celluleuse, qui vient s'ouvrir à l'extérieur, ses cellules se continuant purement et simplement avec les cellules de la couche épithéliale extérieure. Les fibres nerveuses qui occupaient la face ventrale du cordon se continuent sans modifications sous l'épithélium et vont former le tronc longitudinal dorsal qui s'étend jusqu'à l'anus. Cette communication remarquable du système nerveux avec l'extérieur est sans doute un reste de l'invagination ectodermique par laquelle ce système avait pris naissance. A une très courte distance en arrière de cette ouverture, le tronc longitudinal dorsal donne naissance à deux branches obliques qui se recourbent pour former un tronc ventral médian qui se continue jusqu'à l'anus. En avant, le cordon nerveux du collier s'étend jusqu'au point de réunion du collier avec la face dorsale du pédoncule de la trompe; à ce niveau, ses cellules passent sans brusque transition aux cellules de la couche épithéliale externe, tandis que sa portion fibreuse prenant un développement considérable s'épanouit sous l'épithélium de la trompe pour former la couche nerveuse sous-épithéliale si développée dans cette région, Cette couche nerveuse existe d'ailleurs sur toute la surface du corps, mais nulle part elle n'offre le même développement que dans la trompe.

» L'appareil branchial offre la même structure que chez le *B. claviger*, où il a été étudié par Sprengel. Les lamelles branchiales sont effectivement réunies par des anastomoses transversales, et l'ouverture de chaque poche branchiale dans l'intestin est en grande partie obturée par un opercule de forme compliquée, ayant un squelette particulier et offrant la même forme que chez les *B. claviger* et *minutus*. »

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les racines des Calamodendrées.* Note de M. B. Renault, présentée par M. Duchartre.

« Dans plusieurs Notes présentées à l'Académie ([1]), nous avons fait connaître la structure de quelques tiges de Calamodendrées; nous venons

---

([1]) *Comptes rendus* des 4 et 11 septembre 1876, du 20 août et du 5 novembre 1883.

aujourd'hui compléter leur histoire en donnant la description de leurs racines, que nous avons étudiées au moyen d'échantillons présentant ces organes à des états très divers de développement.

» Sur deux tiges de Calamodendrons, le *C. striatum* et le *C. congenium*, nous avons pu observer la structure des racines dans leur parcours à travers l'épaisseur du cylindre ligneux; par conséquent il ne peut y avoir d'incertitude sur leur dépendance avec les tiges ([1]).

» Une coupe tangentielle, faite dans le bois d'un *C. striatum*, montre la section de la racine sous la forme d'une ellipse dont le grand axe est vertical et mesure 9^{mm} et le petit $6^{mm},5$.

» La moelle est volumineuse, à cellules polyédriques, larges de $0^{mm},25$ et hautes de $0^{mm},3$, par conséquent visibles à l'œil nu, disposées en files verticales.

» Le contour de la moelle est très régulièrement ondulé : cet aspect est dû à la présence de faisceaux primaires centripètes triangulaires, disposés symétriquement autour de l'axe de la racine et dont le nombre dépend du diamètre de cet organe; entre eux, mais en retrait, se trouvent des lames de *bois secondaire :* ce retrait, combiné avec le relief des faisceaux primaires, détermine la forme étoilée ([2]) offerte par une coupe transversale de la moelle.

» Les Calamodendrons, regardés par un grand nombre de paléontologistes comme des plantes cryptogames voisines des Équisétacées, avaient donc des racines possédant du bois secondaire parfaitement caractérisé.

» Un fait sur lequel nous désirons appeler l'attention, c'est celui de la disposition de ce bois secondaire dans le prolongement vers la périphérie des faisceaux primaires. Chaque lame rayonnante, formée de trachéides rayées, ponctuées ou réticulées, vient s'appliquer, en se contournant plus ou moins vers son extrémité, sur les côtés du triangle isoscèle formé par la section du bois primaire; il en résulte que dans une racine âgée le cylindre ligneux paraît formé de coins de bois offrant deux régions distinctes intimement soudées, l'une primaire centripète, l'autre secondaire centrifuge et

---

([1]) Nous adressons ici nos remerciements à MM. Grand'Eury, Correspondant de l'Institut, et Roche qui nous ont fourni les *matériaux* et les *préparations* pour la continuation de ce travail sur les Calamodendrées.

([2]) Cette forme étoilée est l'origine du mot *Astromyelon*, créé par M. Williamson pour désigner des fragments de plantes que ce savant regarde comme un genre distinct.

rayonnante, rappelant dans une certaine mesure l'organisation d'un rameau de plante *diploxylée* : cette ressemblance est assez grande pour amener quelques confusions ([1]).

» Dans les racines suffisamment grêles, on ne distingue que les faisceaux primaires entre lesquels apparaissent les premières trachéides du bois secondaire; nous possédons des préparations présentant des degrés de croissance très variés.

» La zone génératrice et les deux libers sont généralement détruits, mais souvent l'*endoderme* est intact et parfaitement reconnaissable; contre lui s'applique une couche formée de trois ou quatre cercles concentriques de cellules volumineuses, polyédriques, allongées dans le sens de la circonférence; de cette assise partent, en forme de cloisons, des lames cellulaires rayonnantes, laissant entre elles des méats quadrangulaires disposés très régulièrement.

» Ces lames qui simulent les rayons d'une roue sont formées en épaisseur de une ou deux rangées de cellules allongées dans le plan de la cloison et viennent aboutir à une couche de cellules polyédriques, elle-même limitée par une assise subéreuse composée de quatre à cinq rangs de cellules quadrangulaires, dans lesquels on remarque de nombreux filaments entrecroisés, partant des parois latérales et extérieure de chacune d'elles.

» Les coupes transversales ou tangentielles, faites dans les jeunes racines, rencontrent très fréquemment des radicelles isolées et non disposées en verticille, comme les racines qui s'insèrent sur les tiges mêmes de Calamodendrons. Ces radicelles s'échappent perpendiculairement; leur cylindre ligneux ne renferme pas de moelle, car les faisceaux primaires soudés entre eux forment une masse centrale unique, entièrement vasculaire; le bois secondaire est continu et régulier. La région corticale présente les mêmes particularités d'organisation que celle des racines plus grosses, et les cellules subéreuses sont remplies également de filaments nombreux ramifiés et entrecroisés, ressemblant à un mycélium de Champignon.

» Le bois secondaire des racines principales pouvait prendre un accroissement considérable; nous possédons des échantillons présentant un cylindre ligneux de $0^m,07$ à $0^m,08$ de diamètre.

» Nous avons examiné les tiges désignées sous le nom d'*Arthropitus*

([1]) Les *fig.* 169, 170 du *Handbuch der Paleontologie* de Schenk (1884), données comme représentant un rameau d'*Arthropitus bistriata*, de Gœppert, ne sont, selon nous, que des sections d'*Astromyelon* de M. Williamson, c'est-à-dire une section de racine.

dadoxylina, et l'étude de leur structure anatomique nous a amené à reconnaître dans ces prétendues tiges des racines de Calamodendrons.

» Les racines de ces végétaux se présentent en *empreinte* comme de longs cylindres aplatis, entièrement dépourvus d'articulations; la partie centrale est occupée par le moule de la moelle portant à la surface des cannelures longitudinales continues; à l'extérieur de ce moule existe souvent une couche de houille, plus ou moins épaisse, formée par le cylindre ligneux, et, plus en dehors, de chaque côté, on remarque une large bande, correspondant à l'écorce, qui n'a laissé qu'une faible épaisseur de houille à cause de sa structure molle et lacuneuse.

» De ce qui précède, il résulte ce fait important que les Calamodendrons, plantes réputées cryptogames par beaucoup de paléontologistes, possédaient des racines susceptibles d'acquérir une épaisseur de bois secondaire considérable, mais que leur écorce était essentiellement lacuneuse.

» Dans une autre Note, nous ferons connaître l'organisation des racines d'*Arthropitus*. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Sur le tube pollinique, son rôle physiologique. Réaction nouvelle des dépôts improprement appelés* bouchons de cellulose. Note de M. **Ch. Degagny**.

« Les dépôts qui obstruent le tube pollinique, de distance en distance, quelquefois sur une grande longueur, ne sont pas de la cellulose, comme les auteurs l'ont prétendu jusqu'à présent.

» De longues recherches sur le tube pollinique, cultivé en chambre humide, m'avaient montré des phénomènes tout nouveaux sur le mode de formation. En la suivant heure par heure, j'avais remarqué que ces dépôts se produisaient, non seulement par juxtaposition de nouvelles couches, sécrétées progressivement par la couche externe membraneuse du protoplasma, mais le plus souvent par régression, en bloc, de masses considérables de protoplasma, très riches en protoplasma incolore ou fondamental; peu riches, au contraire, en granulations.

» J'étais parvenu, en fixant le tube par l'alcool absolu et en colorant par le picrocarminate de M. Ranvier, à conserver la preuve manifeste qu'il restait bien, même lorsque la masse présentait l'éclat et le reflet de la cellulose, des vestiges de granulations et de matières azotées, qui disparaissent lentement par résorption au milieu des bouchons en voie de formation.

» Je viens de compléter mes recherches par l'emploi d'un réactif très précieux, dont MM. de Jancksenski et Russow se sont servis pour étudier les tubes cribreux. Le bleu de méthylène ne colore pas ou très peu la cellulose. Il colore les matières protoplasmiques. Dans le cas actuel, il ne colore pas la membrane et *colore les prétendus bouchons de cellulose*.

» Il est donc hors de doute que ces dépôts sont formés par une matière protoplasmique, analogue au col des tubes cribreux que M. Russow appelle une *gelée protoplasmique*. Analogue seulement, et non identique : le col des tubes cribreux ne se colore pas en effet par le chloro-iodure de zinc; les bouchons de tube pollinique, au contraire, se colorent, exactement comme la membrane, à l'aide de ce réactif : sous le microscope, il est impossible, avec le meilleur objectif, de trouver la moindre différence de coloration, de sorte que l'on a été porté à croire que membrane et dépôt sous-jacent sont de même nature. Or, à l'aide du bleu de méthylène, on arrive facilement à constater le contraire, comme on arrive d'ailleurs à le faire aussi à l'aide du picrocarminate, *en colorant le dépôt et non la membrane*.

» On peut se demander, comme on l'a fait pour le col des tubes cribreux, quelle est la véritable composition des dépôts hyalins dits de *cellulose* du tube pollinique. En tenant compte des deux réactions obtenues à l'aide du chloro-iodure de zinc et du bleu de méthylène, on est conduit à admettre que ces matières sont formées d'une substance protoplasmique, plus riche en hydrate de carbone que le col des tubes cribreux, où la substance azotée est assez abondante pour enrayer la réaction du chloro-iodure. Cette donnée est de la plus haute importance, au point de vue de la physiologie du tube pollinique et de la connaissance du travail qu'il accomplit, par une notion plus exacte de son assimilation et de sa désassimilation.

» L'assimilation aboutit à la formation d'une grande quantité de protoplasma incolore ou fondamental, c'est-à-dire d'un protoplasma au maximum d'activité et de mouvements moléculaires, dont la désassimilation est d'autant plus rapide que les granulations, éléments azotés de réserve, n'ont pas le temps de s'y produire en quantité suffisante.

» La désassimilation de l'azote n'y est pas complète cependant, comme dans les sécrétions ordinaires cellulosiques. En effet, la réaction nouvelle établit que les molécules d'azote n'ont pas été totalement éliminées.

» Ce sont là des phénomènes absolument particuliers à la cellule mâle, ou tube pollinique, et à la croissance du protoplasma qui est l'élément actif dans l'acte de la fécondation. »

M. **Malet** adresse, par l'entremise du Ministère de l'Instruction publique, une Note « sur le mouvement de la Terre ».

(Renvoi à l'examen de M. Wolf.)

M. L. **Hugo** adresse une Note « sur le quaternaire de Platon ».

M. Ch. **Brame** adresse une Note « sur le noir absolu que produisent certains cristaux de soufre ».

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. B.

ERRATA.

(Séance du 18 janvier 1886.)

Au lieu de 121,95 (env., milieu apparent) 526,9, *lisez* 121,95 (env., milieu apparent) 526,3.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 1er FÉVRIER 1886.

PRÉSIDENCE DE M. JURIEN DE LA GRAVIÈRE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE. — *Sur la vrille et le pieu à vis.* Note de M. **H. Resal.**

« 1. La *vrille* est un petit outil terminé par une sorte de vis conique, qui sert à faire les amorces des trous de vis à bois. On comprend que, par son usage restreint, cet outil n'ait pas attiré l'attention de Poncelet, comme la vis cylindrique qui joue un rôle si important dans les constructions et les arts industriels. Mais, quelques dizaines d'années après que Poncelet eut quitté sa chaire de l'École d'application de l'Artillerie et du Génie, un ingénieur de Belfast (Irlande), M. Mitchell, en inventant son pieu à vis conique, a donné une extension considérable à l'usage de la vrille, dont la théorie, cependant, reste encore à faire, et c'est cette lacune que je vais essayer de combler.

» Le pieu Mitchell a pour objet de permettre de prendre pour assiette d'une fondation un terrain meuble, tel que le sable, l'argile, etc. La tige du pieu est un cylindre creux en fonte ou un cylindre plein en bois ou en fer.

» L'emploi des pieux à vis a donné les meilleurs résultats dans l'établissement du fort de Walde (près de Calais), de plusieurs ponts des lignes des chemins de fer de l'Ouest, du viaduc métallique de Tapté (Inde), etc.

» La forme du filet d'une vrille est celle d'un conoïde droit dont la directrice rectiligne est l'axe de la tige, et dont la directrice curviligne est tracée sur un cône de révolution autour de cet axe.

» Je dois d'abord chercher à définir d'une manière précise la forme qu'il convient de donner à la directrice curviligne, au lieu de la laisser au choix arbitraire de chaque constructeur.

» Par comparaison avec l'hélice, qui est en même temps une ligne géodésique et une loxodromie, j'ai été conduit à faire deux hypothèses :

» 1° *La directrice conique est une ligne géodésique.*

» La forme du filet se trouve peu en rapport avec la forme moyenne à laquelle a conduit la pratique, dont la considération ne doit pas être négligée. D'ailleurs, les formules auxquelles on arrive dans l'étude du frottement sont trop compliquées pour qu'on puisse les discuter d'une manière utile.

» 2° *La directrice conique est une loxodromie.*

» Cette hypothèse cadre mieux avec la pratique que la précédente et conduit à des résultats presque aussi simples que ceux qui se rapportent à la vis à filet carré; c'est pourquoi j'ai cru devoir m'y arrêter.

» Mais, avant d'aborder la question, il me paraît utile d'établir quelques formules générales, relatives à un conoïde droit quelconque.

» Soient

$r = m\mathrm{I}$, θ, z les coordonnées cylindriques d'un point m de la surface conoïde;

$$z = f(\theta), \qquad r = \mathrm{F}(\theta) \tag{1}$$

les équations de la directrice curviligne, dont la première est celle de la surface;

m_1 un point infiniment voisin de m, situé sur le cylindre de rayon r, défini d'ailleurs par $\theta + d\theta$, $z + dz$;

$m\mathrm{T}$ la direction mm_1;

$m\mathrm{N}$ la normale à la surface en m;

$m\eta$ la perpendiculaire en m à r dans le plan parallèle à $x\mathrm{O}y$, menée dans le sens de l'accroissement de θ;

$d\omega$ l'élément de la surface limité par les cylindres de rayons r, $r + dr$, et les plans méridiens définis par θ et $\theta + d\theta$;

$r_0 < r_1$ les rayons suivant Im, fonctions données de θ, des deux courbes tracées sur la surface qui limitent, dans un sens, une portion de son aire.

» On a

$$\cos(N, z) = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{1}{r^2} f'(\theta)^2}} = \cos(T, \eta),$$

$$\cos(N, -\eta) = -\cos(N, \eta) = \frac{\frac{1}{r} f'(\theta)}{\sqrt{1 + \frac{1}{r^2} f'(\theta)^2}} = \cos(T, z),$$

$$d\omega \cos(N, z) = r\,d\theta\,dr = d\omega \cos(T, \eta),$$

$$d\omega \cos(N, -\eta) = r\,d\theta\,dr\,\frac{1}{r} f'(\theta) = dr \frac{dz}{d\theta} d\theta = dr\,dz = d\omega \cos(T, z)$$

et enfin

$$(2) \quad \left\{ \begin{aligned} \int_{r_0}^{r_1} d\omega \cos(N, z) &= \tfrac{1}{2}(r_1^2 - r_0^2)\,d\theta, \\ \int_{r_0}^{r_1} d\omega \cos(T, z) &= (r_1 - r_0)\,dz, \\ \int_{r_0}^{r_1} r\,d\omega \cos(N, -\eta) &= \tfrac{1}{2}(r_1^2 - r_0^2)\,dz, \\ -\int_{r_0}^{r_1} r\,d\omega \cos(T, \eta) &= -\tfrac{1}{3}(r_1^3 - r_0^3)\,d\theta. \end{aligned} \right.$$

» 3. *Application au filet de la vrille.* — Soient

O le sommet des deux cônes qui limitent le filet;
$2\gamma_1 > 2\gamma_0$ les angles des sections méridiennes de ces cônes.

» La directrice curviligne du filet est tracée sur le cône intérieur et fait l'angle constant i_0 avec la génératrice de ce cône.

» On a

$$r_0 = z \operatorname{tang}\gamma_0, \qquad Om = \frac{z}{\cos\gamma_0}, \qquad d\,\overline{Om} = \frac{dz}{\cos\gamma_0}, \qquad r_1 = z \operatorname{tang}\gamma_1,$$

$$r_0\,d\theta = d\,\overline{Om} \operatorname{tang} i_0 = \frac{dz}{\cos\gamma_0} \operatorname{tang} i_0,$$

d'où

$$(a) \qquad \frac{dz}{z} = \sin\gamma_0 \cot i_0.$$

» Si i_1 désigne l'angle formé au point (r_1, θ, z) de l'intersection de la

surface du filet et du cône extérieur avec la génératrice correspondante de ce cône, on a de même

$$\frac{dz}{z} = \sin\gamma_1 \cot i_1,$$

d'où

$$\sin\gamma_1 \cot i_1 = \sin\gamma_0 \cot i_0.$$

» L'angle i_1 est donc constant, ou l'intersection dont il s'agit est une loxodromie du cône extérieur.

» En posant

$$(b) \qquad \lambda = \sin\gamma_0 \cot i_0$$

et désignant par A une constante, l'équation (a) donne

$$z = \mathrm{A}c^{\lambda\theta}.$$

» Comme on a

$$d\theta = \frac{dz}{\lambda z},$$

on peut substituer, dans les formules (2), z à la variable θ; et, en désignant par $z' < z''$ les limites de z correspondant à celles θ', θ'' de θ pour une portion déterminée de l'aire du conoïde, il vient

$$(3) \quad \left\{ \begin{aligned} \int_{\theta'}^{\theta''} d\theta \int_{r_0}^{r_1} \frac{d\omega}{d\theta} \cos(\mathrm{N}, z) &= \frac{1}{4\lambda}(\mathrm{tang}^2\gamma_1 - \mathrm{tang}^2\gamma_0)(z''^2 - z'^2), \\ \int d\theta \int \frac{d\omega}{d\theta} \cos(\mathrm{T}, z) &= \frac{1}{2}(\mathrm{tang}\gamma_1 - \mathrm{tang}\gamma_0)(z''^2 - z'^2), \\ \int d\theta \int r \frac{d\omega}{d\theta} \cos(\mathrm{N}, -\eta) &= \frac{1}{6}(\mathrm{tang}^2\gamma_1 - \mathrm{tang}^2\gamma_0)(z''^3 - z'^3), \\ -\int d\theta \int r \frac{d\omega}{d\theta} \cos(\mathrm{T}, \eta) &= -\frac{1}{9\lambda}(\mathrm{tang}^3\gamma_1 - \mathrm{tang}^3\gamma_0)(z''^3 - z'^3). \end{aligned} \right.$$

» 4. *De l'équilibre de la vrille.* — Soient :

Q un effort longitudinal exercé suivant zO sur la vrille;

$\mathfrak{M}$ le moment par rapport à Oz du couple normal à l'axe, agissant sur la tête de l'outil, qui doit s'opposer strictement au glissement;

p la réaction normale de la matière pénétrée, censée répartie uniformément sur la surface du filet;

f le coefficient de frottement correspondant.

» Il est évident que Q est la somme des deux premières des expres-

sions (3) respectivement multipliées par p et fp; que $\mathfrak{M}$ est, de même, la somme des deux autres multipliées de la même manière; on obtient ainsi, après avoir supprimé un facteur commun,

$$\frac{\mathfrak{M}}{Q} = \frac{2}{9}\,\frac{3\lambda(\tang\gamma_1 + \tang\gamma_0) - 2f(\tang^2\gamma_1 + \tang\gamma_1\tang\gamma_0 + \tang^2\gamma_0)}{\tang\gamma_1 + \tang\gamma_0 + 2\lambda f}\left(\frac{z''^2 + z''z' + z'^2}{z'' + z'}\right).$$

» Pour que la vrille ne puisse pas s'enfoncer sous la charge Q, sans faire intervenir un effort extérieur rotatif, il faut que $\mathfrak{M} < 0$ ou que

$$(4)\qquad f > \frac{3\lambda}{2}\,\frac{\tang\gamma_1 + \tang\gamma_0}{\tang^2\gamma_1 + \tang\gamma_1\tang\gamma_0 + \tang^2\gamma_0}.$$

» Le système de pieux à vis qui me paraît avoir été le mieux étudié est celui qui a été construit en 1865, pour l'Hindoustan, dans les ateliers de M. Gouin. Dans ce type on a

$$\tang\gamma_1 = 0,682, \qquad \tang\gamma_0 = 0,261,$$

et

$$15 = \frac{z''}{z'} = e^{7\pi\lambda};$$

d'où

$$\lambda = 0,141.$$

» L'inégalité (4) devient par suite

$$f > 0,28.$$

» Pour le fer sur sable, f doit être supérieur à 0,4; il paraît en être de même pour le fer sur l'argile, car Morin a trouvé $f = 0,42$ pour le fer glissant sur le muschelkalk. Cette estimation suffit pour expliquer les excellents résultats auxquels a conduit l'emploi du pieu Mitchell.

» D'après la relation (b) on a, pour le type Gouin,

$$i_0 = 60°49'. »$$

GÉOLOGIE. — *Mesure de la vitesse de propagation des vibrations dans le sol.* Note de MM. F. Fouqué et Michel Lévy.

« L'étude des tremblements de terre de l'Andalousie nous a montré l'utilité d'une détermination précise des vitesses de propagation des ébranlements dans les sols de diverses natures géologiques. A l'étranger, et parti-

culièrement en Amérique, des recherches de ce genre ont été entreprises; elles ont conduit à des résultats numériques très variables et n'ont pas abordé la question de la nature et de la durée des oscillations.

» Dans une série préliminaire d'expériences nous avons utilisé le choc unique dû à la chute d'un marteau-pilon ou d'un mouton. Les vibrations transmises par le sol étaient observées au moyen de l'appareil qui sert aux astronomes à la détermination du nadir; le moment du choc était constaté à l'aide d'un téléphone et tous ces faits étaient enregistrés à la main par le cylindre tournant et la plume électrique de M. Marey.

» M. Henri Schneider, directeur de l'usine du Creusot, a bien voulu mettre à notre disposition les grandes ressources de son établissement. La chute du marteau-pilon de 100 tonnes n'est plus perceptible aux sens à une distance d'environ 1200^{m}, mais elle est encore nettement appréciable avec l'appareil nadiral. Dans les grès permiens du Creusot, nous avons pu relever une vitesse approximative de 1200^{m} par seconde parallèlement aux couches, et d'environ 1050^{m} perpendiculairement à leur direction.

» A la distance de 1200^{m}, les premières vibrations appréciables sont petites, puis vient un maximum suivi d'oscillations qui vont en décroissant; l'ensemble du phénomène dure près d'une seconde. A une moindre distance, le maximum s'établit plus vite et le phénomène s'éteint beaucoup plus rapidement.

» Grâce au concours bienveillant de M. Janssen, nous avons pu répéter ces expériences préliminaires sur la terrasse de Meudon, dont le sol est constitué par une épaisse assise de sables de Fontainebleau. Ici la vitesse de propagation des premières vibrations sensibles est beaucoup plus petite et ne dépasse pas celle du son dans l'air; nous avons trouvé une vitesse de 320^{m} à 360^{m} par seconde; mais, en revanche, la durée du phénomène s'exagère; à 500^{m} de distance, les vibrations durent environ cinq secondes; à 250^{m}, elles durent de trois à quatre secondes.

» Nous n'avons pas tardé à reconnaître que l'enregistrement à la main laisse beaucoup à désirer; aussi, avant de poursuivre les expériences, nous avons cherché un moyen d'obtenir un enregistrement automatique donnant à la fois la vitesse de propagation, l'intensité et la durée des vibrations produites à distance par un choc unique.

» Dans ce but, nous avons fait construire par la maison Breguet un appareil faisant tourner une plaque sensible au gélatinobromure devant un faisceau lumineux qui se réfléchit sur un bain de mercure. Un volet fermant l'ouverture de la chambre noire est déclenché automatiquement

par un courant électrique au moment du choc initial et un second volet clôt la chambre noire avant un tour complet de rotation de la plaque sensible. Nous obtenons avec cet appareil des enregistrements déterminés à $\frac{1}{50}$ de seconde près. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques formules hyperelliptiques.* Note de M. **Brioschi.**

« Soient y, z, w trois fonctions hyperelliptiques à deux variables u_1, u_2, toutes paires, ou deux impaires et la troisième paire. J'indique par y_1, y_2; z_1, z_2; w_1, w_2 les dérivées de ces fonctions relativement à u_1, u_2; on trouve entre ces dérivées les six relations suivantes :

$$(1)\quad \left\{\begin{array}{ll} wz_1 - zw_1 = a_1 y_1 + a_2 y_2, & wz_2 - zw_2 = -a_0 y_1 - a_1 y_2, \\ yw_1 - wy_1 = b_1 z_1 + b_2 z_2, & yw_2 - wy_2 = -b_0 z_1 - b_1 z_2, \\ zy_1 - yz_1 = c_1 w_1 + c_2 w_2, & zy_2 - yz_2 = -c_0 w_1 - c_1 w_2, \end{array}\right.$$

les constantes a, b, c étant des fonctions des modules pour lesquelles on a

$$a_1^2 - a_0 a_2 = b_1^2 - b_0 b_2 = c_1^2 - c_0 c_2 = 1.$$

» L'élimination des dérivées $y_1, y_2, \ldots$ des six relations précédentes conduit à une équation du quatrième degré entre y, z, w ou à l'équation de Göpel. En posant

$$\begin{array}{l} 2b_1 c_1 - b_0 c_2 - b_2 c_0 = 2\mathrm{A}, \\ 2c_1 a_1 - c_0 a_2 - c_2 a_0 = 2\mathrm{B}, \\ 2a_1 b_1 - a_0 b_2 - a_2 b_0 = 2\mathrm{C}, \end{array} \qquad 2k = \begin{vmatrix} a_0 & a_0 & c_0 \\ a_1 & b_1 & c_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 \end{vmatrix}$$

et, en conséquence,

$$k^2 = \mathrm{A}^2 + \mathrm{B}^2 + \mathrm{C}^2 - 2\mathrm{ABC} - 1;$$

cette équation a la forme

$$\begin{aligned} 0 = 1 + y^4 + z^4 + w^4 &+ 2\mathrm{A}(y^2 + z^2 w^2) \\ &+ 2\mathrm{B}(z^2 + w^2 y^2) + 2\mathrm{C}(w^2 + y^2 z^2) + 4kyzw. \end{aligned}$$

» Au moyen des relations (1) on peut obtenir des expressions très simples pour les carrés des dérivées $y_1, y_2, \ldots$ pour leurs produits deux à

deux; pour les dérivées secondes $y_{11}, y_{12}, y_{22}, \ldots$ et, en conséquence, pour toutes les dérivées d'ordre pair. J'observe d'abord que, en indiquant par $f(y, z, w) = 0$ cette dernière équation, on a

$$z_1 w_2 - z_2 w_1 = \tfrac{1}{4}\rho \frac{df}{dy}, \qquad w_1 y_2 - w_2 y_1 = \tfrac{1}{4}\rho \frac{df}{dz}, \qquad y_1 z_2 - y_2 z_1 = \tfrac{1}{4}\rho \frac{df}{dw},$$

ρ étant, comme a, b, c, une fonction des modules.

» Cela posé, on déduit tout de suite des relations (1) les suivantes :

$$(a_0 y_{11}) = \tfrac{1}{2}\rho \frac{df}{dy}, \qquad (b_0 z_{11}) = \tfrac{1}{2}\rho \frac{df}{dz}, \qquad (c_0 w_{11}) = \tfrac{1}{2}\rho \frac{dz}{dw},$$

$$(a_0 y_1^2) = -\frac{1}{4}\rho\left[z\frac{df}{dz} + w\frac{df}{dw}\right],$$

$$(b_0 z_1^2) = -\frac{1}{4}\rho\left[w\frac{df}{dw} + y\frac{df}{dy}\right],$$

$$(c_0 w_1^2) = -\frac{1}{4}\rho\left[y\frac{df}{dy} + z\frac{df}{dz}\right],$$

ayant écrit $(a_0 y_{11})$ au lieu de $a_0 y_{11} + 2a_1 y_{12} + a_2 y_{22}$, et semblablement pour les autres.

» De même, en désignant par $(a_0 z_1 w_1)$ l'expression

$$a_0 z_1 w_1 + a_1(z_1 w_2 + z_2 w_1) + a_2 z_2 w_2,$$

on trouve

$$(b_0 z_1 w_1) = \tfrac{1}{4}\rho w \frac{df}{dz}, \qquad (c_0 w_1 y_1) = \tfrac{1}{4}\rho y \frac{df}{dw}, \qquad (a_0 y_1 z_1) = \tfrac{1}{4}\rho z \frac{df}{dy},$$

$$(c_0 z_1 w_1) = \tfrac{1}{4}\rho z \frac{df}{dw}, \qquad (a_0 w_1 y_1) = \tfrac{1}{4}\rho w \frac{df}{dy}, \qquad (b_0 z_1 z_1) = \tfrac{1}{4}\rho y \frac{df}{dz}.$$

» Pour déterminer la valeur des quinze autres expressions, j'introduis les trois fonctions du second degré Y, Z, W données par les relations

$$\frac{1}{4}\frac{df}{dy} = y\mathrm{Y} + kzw, \qquad \frac{1}{4}\frac{df}{dz} = z\mathrm{Z} + kwy, \qquad \frac{1}{4}\frac{df}{dw} = w\mathrm{W} + kyz,$$

et, en posant

$$l = \mathrm{A} - \mathrm{BC}, \qquad m = \mathrm{B} - \mathrm{CA}, \qquad n = \mathrm{C} - \mathrm{AB},$$

on arrive au résultat suivant

$$(b_0 y_{11}) = 2\rho y[\mathrm{Z} - m], \quad (c_0 z_{11}) = 2\rho z[\mathrm{W} - n], \quad (a_0 w_{11}) = 2\rho w[\mathrm{Y} - l],$$

$$(c_0 y_{11}) = 2\rho y[\mathrm{W} - n], \quad (a_0 z_{11}) = 2\rho z[\mathrm{Y} - l], \quad (l_0 w_{11}) = 2\rho w[\mathrm{Z} - m],$$

et, en conséquence, on a ce premier théorème : *Les dérivées partielles secondes de trois fonctions hyperelliptiques y, z, w peuvent s'exprimer par des polynômes du troisième degré des mêmes fonctions.*

» On a, en second lieu,

$$\begin{aligned}(a_0 z_1 w_1) &= \rho[(Y - 2l)zw - ky],\\ (b_0 w_1 y_1) &= \rho[(Z - 2m)wy - kz],\\ (c_0 y_1 z_1) &= \rho[(W - 2n)yz - kw];\end{aligned}$$

de ces relations et des précédentes on peut déduire les expressions de $z_1 w_1$, $z_1 w_2 + z_2 w_1$, ..., du quatrième degré en y, z, w.

» Enfin on trouve que

$$\begin{aligned}(b_0 y_1^2) &= \rho[W + (Z - 2m)y^2], & (c_0 y_1^2) &= \rho[Z + (W - 2n)y^2],\\ (c_0 z_1^2) &= \rho[Y + (W - 2n)z^2], & (a_0 z_1^2) &= \rho[W + (Y - 2l)z^2],\\ (a_0 w_1^2) &= \rho[Z + (Y - 2l)w^2], & (b_0 w_1^2) &= \rho[Y + (Z - 2m)w^2],\end{aligned}$$

et l'on a ce second théorème : *Les carrés et les produits deux à deux des dérivées partielles premières de trois fonctions hyperelliptiques y, z, w s'expriment par des polynômes du quatrième degré des mêmes fonctions.*

» Ainsi les dérivées partielles d'ordre $2n$ sont exprimables par des polynômes de degré $2n + 1$.

» Ces formules, par leur simplicité, peuvent conduire à des conséquences nouvelles, soit dans la théorie des fonctions hyperelliptiques, soit dans celle des équations différentielles. Je me borne, pour le moment, à signaler la suivante. Les formules précédentes donnent

$$\begin{aligned}w(a_0 y_1 z_1) - z(a_0 y_1 z_1) &= 0,\\ w(b_0 y_1 z_1) - z(b_0 y_1 w_1) &= \rho[k(z^2 + y^2 w^2) + 2myzw],\\ w(c_0 y_1 z_1) - z(c_0 y_1 w_1) &= -\rho[k(w^2 + y^2 z^2) + 2n\,yzw].\end{aligned}$$

» Si dans ces équations on pose $z = wt$, on obtient

$$\begin{aligned}(a_0 y_1 t_1) &= 0,\\ (b_0 y_1 t_1) &= -\rho[k(y^2 + t^2) + 2myt],\\ (c_0 y_1 t_1) &= -\rho[k(1 + y^2 t^2) + 2n\,yt],\end{aligned}$$

où les $y_1 t_1$, $y_1 t_2 + y_2 t_1$, $y_2 t_2$ sont exprimées par des polynômes en y, t.

» Mais les relations (1) donnent

$$\left[\frac{1}{w}y_1 + wt_1\right]^2 = 2(a_1 + 1)y_1 t_1 + a_2(y_1 t_2 + y_2 t_1),$$
$$\left[\frac{1}{w}y_2 - wt_2\right]^2 = 2(1 - a_1)y_2 t_2 - a_0(y_1 t_2 + y_2 t_1),$$

et, par conséquent,

$$\frac{1}{w}dy + w\,dt = du\sqrt{P}, \qquad \frac{1}{w}dy - w\,dt = du_2\sqrt{Q},$$

P, Q étant des polynômes du quatrième degré en y, t. C'est la forme des équations différentielles comme elles se sont présentées à Göpel. »

RAPPORTS.

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Sur un travail de* M. Romieu, *intitulé* « *Essai sur les décans égyptiens* ». Rapport de M. **Jules Oppert**, Membre de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres.

« Les anciens Égyptiens divisaient l'année astrologique en trente-six décades de dix jours; chacune d'elles était présidée par une étoile dont le lever héliaque coïncidait avec l'époque respective : cette même coutume existait chez les Chaldéens et les Hindous ([1]).

» Les étoiles étaient appelées décans (δεκανός en grec), mot étymologiquement différent du chiffre δέκα (dix), mais qu'on y rattachait volontiers par une espèce de jeu de mots.

» Les noms des trente-six décans qui, dans l'Astrologie antique, jouaient un rôle si considérable, nous sont parvenus surtout en deux listes, dont l'une se trouve dans l'ouvrage de Firmicus Maternus sur l'Astrologie [*Matheseos libri octo* ([2])]; l'autre était exposée dans un ouvrage grec d'Héphestion, dont Saumaise pouvait encore consulter le manuscrit inédit, à la Bibliothèque du Roi, d'où il a disparu depuis. La Bibliothèque nationale ne possédant plus ce texte dont tout vestige est perdu, nous sommes réduits aux

([1]) Pour les décans hindous (nommés *dreshkana* en sanscrit, voir Colebrooke, *Essays*, t. III, p. 320 ss.).

([2]) Liv. IV, cap. XVI.

citations que le grand savant français a empruntées au Traité grec, dans son livre (*De annis climactericis et antiqua Astrologia diatribe*, p. 610). Saumaise donne, d'après le manuscrit perdu, les noms des trois décans de chaque signe zodiacal et ajoute, après chaque nom, les dix ou douze nombres désignant les années d'âge marquant les époques principales dans la vie de l'homme né pendant la décade.

» Les noms des décans se retrouvent dans les textes égyptiens, et plusieurs savants, tels que Letronne, Lepsius, Goodwin, se sont occupés de ces astres hiéroglyphiques. M. Romieu a marché sur les traces de ces maîtres, et il s'est surtout appliqué à identifier les étoiles citées par Héphestion et Firmicus avec celles qu'on a retrouvées sur les monuments égyptiens.

» Il a étudié avec soin les documents qui étaient à sa portée et en a tiré le parti que les écrits des anciens auteurs et d'ingénieuses hypothèses lui permettaient. Il a tenté d'assimiler une vingtaine d'étoiles et, en partie, il semble avoir réussi. M. Romieu a pris pour époque moyenne — 1800; les calculs que j'ai faits moi-même pour contrôler les siens m'ont donné des résultats analogues, à quelques exceptions près. Il est néanmoins probable que l'état du ciel qui forme la base des listes des décans soit d'une époque plus ancienne. On doit surtout procéder, dans un domaine aussi obscur, du connu à l'inconnu. Nous connaissons la Sothis, Sirius, dont la latitude est à peu près 39°,5, en tenant compte des variations de l'obliquité de l'écliptique. Cette étoile présidant la première décade après le solstice d'été, qui en — 1800 tombait vers le 6-7 juillet julien, ne se levait pas encore héliaquement, selon mes calculs, le 16-17 juillet, dernier délai pour qu'il pût présider la première décade finissant le 16-17 du même mois : si l'on prenait à la lettre l'indication, il faudrait remonter à un temps plus reculé.

» Cette objection contre la date — 1800, si c'en est une, ne modifierait, d'ailleurs, pas les résultats auxquels M. Romieu a cru devoir s'arrêter. Parmi les vingt décans sur les trente-six qui sont à assimiler, quelques-uns paraissent bien déterminés par l'auteur du Mémoire. Cependant, en examinant l'exactitude de ces identifications, le lecteur attentif est encore moins surpris par les déductions mythologiques et philologiques, qui laissent à désirer sous bien des rapports, que par l'assimilation de groupes hiéroglyphiques factices avec les noms contenus dans les listes antiques.

» *Smat*, le premier décan du Capricorne, est selon l'auteur *Altaïr* (1),

---

(1) Cela ne me paraît pas probable, à cause de l'erreur commise dans la fixation de la déclinaison (+ 26) au lieu de + 7°20', à l'époque de —1800; aussi l'ascension droite

α Aigle, *Tet* écrit "Ηπη par Héphestion, Sithacé de Firmicus pourrait être Canope, *Sekat*, troisième décan du Bélier, la Chèvre.

» On s'étonnera, en outre, de ne trouver, dans la liste de M. Romieu

---

n'est pas de 17^h30^m, mais de 16^h45^m. Le lever héliaque n'eut pas lieu le 22-23 décembre grégorien, mais vers le 28 novembre. En admettant l'assimilation de M. Romieu, les listes se rapporteraient à une époque bien rapprochée de la nôtre.

La même remarque, si l'on admettait l'identification de M. Romieu, est à faire pour l'assimilation de Sekat, du Cocher, de la Chèvre, dont pourtant les coordonnées 1^h16^m (non pas 1^h6^m) et $+31°$ sont presque exactement données.

Coordonnées équatoriales de l'Altaïr en — 1800.

La déclinaison $+26°$ que donne M. Romieu doit reposer sur une faute de copie. La déclinaison de α Aigle, en 1885, est, selon l'*Annuaire des Longitudes,* de $8°33'55''$B. sur une ascension droite de $19^h45^m10^s$, ce qui donne pour la longitude $299°5'$ et pour la latitude $+29°34'$. Vers le milieu du IIIe siècle avant J.-C., Altaïr était donc dans le colure du Capricorne, partant aussi éloigné du pôle boréal qu'il peut être. En l'an —1800, il devait donc avoir une déclinaison boréale presque identique avec celle qu'il a aujourd'hui, quoique un peu plus rapprochée de l'équateur. Le calcul confirme cette appréciation. Admettons qu'à cette époque la longitude ait dû être de 249° environ, et la latitude de $29°30'$, nous aurons

$$\cos 69° = 9{,}55433 \qquad \sin 69° = 9{,}97015$$
$$\cos 29°30' = 9{,}93970 \qquad \cot 29°30' = 0{,}24736$$
$$\cos \varphi = 9{,}49403 \qquad \cot \varphi = 0{,}21751$$
$$\varphi = 71°49', \qquad \varphi = 31°13' - 23°30' = \varepsilon = 7°43',$$
$$\text{tang}\, 71°49' = 0{,}48352 \qquad \sin 71°49' = 9{,}97775$$
$$\cos 7°43' = 9{,}99605 \qquad \sin 7°43' = 9{,}12799$$
$$\text{tang a. d.} = 0{,}47957 \qquad \sin \text{décl.} = 9{,}10574$$
$$\text{a. d.} = 71°40' \qquad \text{décl.} = 7°20'$$
$$\text{Donc l'a. d.} = 251°40' \text{ ou } 16^h47^m \qquad \text{décl. bor.} = 7°20'$$

$$\text{tang}\, 7°20' = 9{,}10956$$
$$\text{tang lat. Memphis } 29° = 9{,}74375$$
$$\cos \text{s. a. d.} = 8{,}85331$$
$$\text{Semi-arc diurne} = 94°5' = 6^h16^m$$

Donc, Altaïr au méridien à midi, vers le 1er décembre grégorien, le 17 décembre julien, où Altaïr se leva, à Memphis, à 5^h44^m. Donc, son lever héliaque, à Memphis, eut lieu en — 1800, vers le 28 novembre grégorien.

Nous nous sommes naturellement, pour des temps si reculés, contenté de ces approximations, parfaitement suffisantes, en négligeant notamment la réfraction.

des décans et des paranatellons, qu'une quantité d'astres secondaires, tandis que les étoiles de 1re grandeur, telles que Fomalhaut, Acharnar, Castor, Antarès, Rigel, Véga et surtout Régulus, le chef des mouvements célestes, y manquent.

» On se heurte, au contraire, à une foule de petites étoiles qui n'ont pu frapper l'œil surtout astrologique et non astronomique des observateurs égyptiens. Il est vrai que M. Romieu a paru s'attacher à trouver les étoiles dont les levers héliaques étaient distancés les uns des autres de dix jours, mais à vrai dire cette exactitude n'a jamais pu être atteinte. Pour trouver l'identification, il ne faut pas, je crois, procéder, principalement, d'une manière graphique, comme le fait M. Romieu.

» Il est très difficile de fixer *a priori* quelle est l'étoile qui se lève héliaquement à une époque donnée : il faudrait résoudre, pour chaque méridien céleste, des équations transcendantes, dont les inconnues seraient des fonctions trigonométriques. Il faut donc calculer, pour un certain nombre d'étoiles choisies, le lever héliaque pour une latitude terrestre donnée, qui dans l'espèce serait 29° B., et distribuer les levers autant que cela est possible parmi les décades citées par les anciens.

» A cette occasion, je ne puis pas cacher ma surprise de ce que l'Auteur ait laissé de côté la seule liste hiéroglyphique connue et qui rend presque en entier celle d'Héphestion. Elle se trouve au Pronaos du temple de Denderah et a été publiée par M. Brugsch dans son *Corpus inscriptionum œgyptiacarum*.

» Cette liste est presque conforme à celle d'Héphestion et en fixe l'orthographe originaire. Si M. Romieu l'avait connue, il aurait certainement renoncé à quelques-unes de ses étymologies insoutenables. Il est vrai qu'il mentionne la liste de Denderah [1], mais il ne la donne pas en entier. La suite des étoiles égyptiennes commence avec Phuor, le troisième décan des Gémeaux, et énumère les décans jusqu'au second de ce même signe, en omettant Sothis, Sirius, premier du Lion, Sit qui suit Sothis, et le vingt-deuxième et le trentième de la liste d'Héphestion.

» C'est cette suite de noms d'étoiles que M. Romieu aurait dû prendre pour point de départ, en les rattachant comme à des jalons certains aux renseignements fournis par les astrologues anciens. Il fallait examiner chacun de ces noms, dont on peut fixer, par les indications grecques, la date précise du lever héliaque à une époque reculée de l'antiquité. Je crois que

---

[1] Par exemple pour le nom de Thosolk et quelques autres.

la méthode des courbes tirées par M. Romieu peut induire en erreur : la méthode du calcul trigonométrique, quoique bien plus laborieuse, est la plus sûre et la seule qu'on puisse recommander pour arriver à des résultats certains.

» Parmi les étoiles décanales, il convient de choisir surtout celles qui s'imposent à l'œil de l'observateur primitif et naïf; il faut, en fait d'Astronomie antique, s'inspirer du conseil que Biot adressa à l'auteur de ces lignes qui demanda à l'illustre et vénérable savant son avis sur la valeur de l'Astronomie chaldéenne. Biot dit qu'il fallait surtout et avant tout prendre en considération ce que les anciens pouvaient avoir su et vu, et non pas ce que nous pouvons voir et savoir avec nos instruments et nos méthodes scientifiques.

» Pour résumer le travail de M. Romieu, nous dirons que, malgré les nombreuses objections qu'il soulève, surtout au point de vue archéologique, il mérite la bienveillante attention de l'Académie des Sciences pour la somme de travail qui y est dépensée et par l'intention couronnée d'un succès, au moins partiel, d'être utile à l'histoire des Sciences astronomiques. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **R. d'Unger** adresse, de Chicago (Illinois), une Note, en anglais, sur l'alcoolisme.

(Commissaires : MM. Gosselin, Larrey.)

M. **A. Galibert** adresse, pour le Concours des Arts insalubres, une Note relative à un nouvel appareil, permettant de séjourner pendant un temps assez long dans un espace occupé par des gaz délétères.

(Renvoi à la Commission des Arts insalubres.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une Carte du Canada, en six feuilles, publiée par l'ordre du Gouvernement de la Confédération canadienne, en 1882. Cette Carte est offerte à l'Académie, de la part de sir Adolphe Caron, Ministre de la

Milice, par le juge Berthelot, de Montréal (Canada). (Présentée par M. Berthelot).

M. E. **Reboul**, élu Correspondant pour la Section de Chimie, adresse ses remerciements à l'Académie.

M. **Melsens** fait hommage à l'Académie des documents qu'il a conservés, sur les Leçons de Chimie professées à l'École de Médecine de Paris par *J.-B. Dumas*, en 1842 et 1843, et sur le Livre XIII de son « Traité de Chimie appliquée aux arts ».

Ces documents, classés et catalogués par M. Melsens, comprennent : la rédaction complète de 34 Leçons professées en 1842, avec le programme, les préparations et le résumé de chacune d'elles (une partie de ces Leçons a été reproduite en 1846, dans le « Traité de Chimie appliquée aux arts »); une partie des Leçons professées en 1843; les feuilles d'impression de ce Cours de 1842, soit en bonnes feuilles, soit en mise en pages, soit en placards, avec les manuscrits et les corrections de la main de M. Dumas; enfin le manuscrit, à peu près complet, du Livre XIII du VIIIe volume du « Traité de Chimie appliquée aux arts ».

ASTRONOMIE. — *Détermination de la constante de la réfraction astronomique par les observations méridiennes* (suite) [1]. Note de M. A. **Gaillot**, communiquée par M. Mouchez.

« Nous avons trouvé, entre les données de l'observation et les erreurs inconnues δr et δf de la constante r de la réfraction et de la constante f de la flexion, la relation suivante :

$$(2)\quad \Delta = \frac{\delta r}{r}[(\varphi'_2 - \varphi'_1) - (\varphi_1 - \varphi_2)] + \delta f[(\sin z'_2 - \sin z'_1) - (\sin z_1 - \sin z_2)],$$

et nous avons dit que cette relation est indépendante de la valeur λ de la latitude et des valeurs $\mathcal{D}_1$ et $\mathcal{D}_2$ des déclinaisons des étoiles employées.

» On pourrait nous objecter, ce qui a été fait d'ailleurs, que cette indépendance n'est qu'apparente; que, si nous arrivons à une relation ne renfermant explicitement ni la valeur de λ, ni celles de $\mathcal{D}_1$ et de $\mathcal{D}_2$, cela tient

(1) Voir *Comptes rendus*, séance du 25 janvier.

à ce que, entre les quatre équations correspondant à nos quatre observations, nous avons procédé à une véritable élimination de trois inconnues, mais que nous n'avons nullement par là supprimé l'influence des inconnues éliminées sur les inconnues conservées.

» Nous avons, en effet, les quatre équations

$$\zeta_1 + \varphi_1 \frac{\delta r}{r} + \delta f \sin z_1 = (90^\circ - \lambda) - (90^\circ - \varpi_1),$$

$$\zeta'_1 + \varphi'_1 \frac{\delta r}{r} + \delta f \sin z'_1 = (90^\circ - \lambda) + (90^\circ - \varpi_1),$$

$$\zeta_2 + \varphi_2 \frac{\delta r}{r} + \delta f \sin z_2 = (90^\circ - \lambda) - (90^\circ - \varpi_2),$$

$$\zeta'_2 + \varphi'_2 \frac{\delta r}{r} + \delta f \sin z'_2 = (90^\circ - \lambda) + (90^\circ - \varpi_2).$$

Or, si, de la somme des deux premières, nous retranchons la somme des deux dernières, nous retombons sur notre équation (2)

$$(\zeta_1 - \zeta_2) - (\zeta'_2 - \zeta'_1) = \Delta = \frac{\delta r}{r}[(\varphi'_2 - \varphi'_1) - (\varphi_1 - \varphi_2)] + \delta f[(\sin z'_2 - \sin z'_1) - (\sin z_1 - \sin z_2)].$$

L'objection paraît donc fondée dans ses prémisses; l'est-elle dans ses conclusions? Que, dans nos équations primitives, on donne successivement à λ, ϖ_1 et ϖ_2 toutes les valeurs possibles, de 0° à 360°, il n'en résultera aucun changement dans la relation finale entre δr, δf et les données de l'observation. Cette relation est donc bien indépendante de ces valeurs.

» Une autre objection, réellement sérieuse, nous a été opposée, et peut se résumer ainsi : les observations étant faites à des époques séparées par un intervalle de douze heures et même de six mois, dans cet intervalle, de l'hiver à l'été par exemple, la constante de la réfraction peut avoir changé de valeur, et les observations n'être plus comparables.

» Cette objection, nous l'acceptons sans aucune restriction : elle pose un problème dont la solution ne sera pas, croyons-nous, la partie la moins intéressante de notre travail.

» Nous allons en effet donner le moyen de déterminer simultanément la valeur moyenne de la constante de la réfraction et sa variation entre les deux époques, dans le cas où il se serait réellement produit un changement. Nous y joindrons une étude correspondante pour la flexion, non dans le but d'en déterminer la valeur absolue, mais afin d'éliminer autant que possible son influence sur les valeurs cherchées relatives à la réfraction.

» Désignons par δr_t et df_t les valeurs de δr et de δf à l'époque où l'on a fait l'observation de la culmination supérieure, par $\delta r_{t'}$ et $\delta f_{t'}$ leurs valeurs correspondant à l'observation de la culmination inférieure, on aura

$$(3)\quad \Delta = \frac{\delta r_{t'}}{r}(\varphi'_2 - \varphi'_1) - \frac{\delta r_t}{r}(\varphi_1 - \varphi_2) + \delta f_{t'}(\sin z'_2 - \sin z'_1) - \delta f_t(\sin z_1 - \sin z_2).$$

Si l'on pose

$$\tfrac{1}{2}(\delta r_{t'} + \delta r_t) = \delta r, \quad \tfrac{1}{2}(\delta r_{t'} - \delta r_t) = r', \quad \tfrac{1}{2}(\delta f_{t'} + \delta f_t) = \delta f, \quad \tfrac{1}{2}(\delta f_{t'} - \delta f_t) = f',$$
$$\frac{1}{r}[(\varphi'_2 - \varphi'_1) - (\varphi_1 - \varphi_2)] = \mathrm{F}(1, 2), \qquad \frac{1}{r}[(\varphi'_2 - \varphi'_1) + (\varphi_1 - \varphi_2)] = \mathrm{F}'(1, 2),$$
$$(\sin z'_2 - \sin z'_1) - (\sin z_1 - \sin z_2) = \sigma(1, 2),$$
$$(\sin z'_2 - \sin z'_1) + (\sin z_1 - \sin z_2) = \sigma'(1, 2),$$

cette équation devient

$$\Delta(1, 2) = \mathrm{F}(1, 2)\,\delta r + \mathrm{F}'(1, 2)\,r' + \sigma(1, 2)\,\delta f + \sigma'(1, 2)\,f'.$$

» Supposons maintenant qu'au lieu de deux étoiles de même ascension droite, nous en ayons trois inégalement distantes du pôle, et qu'à ce premier groupe nous en joignions un second situé dans le ciel, à peu près à douze heures du premier, de telle sorte que la culmination inférieure de celui-ci s'effectue à l'heure favorable aux observations, en même temps que la culmination supérieure du second, et inversement. Si nous désignons respectivement par 1, 2, 3 les étoiles du premier groupe, par I, II, III celles du second, nous pourrons former les équations

$$\Delta(1, 2) = \mathrm{F}(1, 2)\,\delta r + \mathrm{F}'(1, 2)\,r' + \sigma(1, 2)\,\delta f + \sigma'(1, 2)\,f',$$
$$\Delta(1, 3) = \mathrm{F}(1, 3)\,\delta r + \mathrm{F}'(1, 3)\,r' + \sigma(1, 3)\,\delta f + \sigma'(1, 3)\,f',$$
$$\Delta(\mathrm{I}, \mathrm{II}) = \mathrm{F}(\mathrm{I}, \mathrm{II})\,\delta r - \mathrm{F}'(\mathrm{I}, \mathrm{II})\,r' + \sigma(\mathrm{I}, \mathrm{II})\,\delta f - \sigma'(\mathrm{I}, \mathrm{II})\,f',$$
$$\Delta(\mathrm{I}, \mathrm{III}) = \mathrm{F}(\mathrm{I}, \mathrm{III})\,\delta r - \mathrm{F}'(\mathrm{I}, \mathrm{III})\,r' + \sigma(\mathrm{I}, \mathrm{III})\,\delta f - \sigma'(\mathrm{I}, \mathrm{III})\,f'.$$

» La discussion des observations déterminera les limites entre lesquelles on pourra admettre que les valeurs des inconnues r' et f' restent constantes. On prendra, dans ces limites, les valeurs moyennes de $\zeta_1 - \zeta_2$, $\zeta_1 - \zeta_3$, $\varphi_1 - \varphi_2$, $\varphi_1 - \varphi_3$, $\sin z_1 - \sin z_2$, $\sin \zeta_1 - \sin \zeta_3$ et de $\zeta'_{\mathrm{II}} - \zeta'_{\mathrm{I}}$, $\zeta'_{\mathrm{III}} - \zeta'_{\mathrm{I}}$, ..., correspondant à l'époque où le premier groupe du système a été observé au passage supérieur et le second au passage inférieur, et de la même manière les quantités analogues $\zeta_{\mathrm{I}} - \zeta_{\mathrm{II}}$, $\zeta_{\mathrm{I}} - \zeta_{\mathrm{III}}$, ..., $\zeta'_2 - \zeta'_1$, $\zeta'_{\mathrm{III}} - \zeta'_{\mathrm{I}}$, ..., correspondant à l'époque où l'observation correspond aux passages dans

l'ordre inverse, on aura ainsi tous les éléments nécessaires à la formation des quatre équations précédentes.

» Si nous prenons, par exemple, un système formé, d'une part, de la polaire et de deux étoiles, dont les culminations inférieures aient lieu respectivement par 5° et 20° de hauteur, et, d'autre part, de trois étoiles semblablement placées à douze heures d'intervalle, on trouve, pour les observations faites à Paris par 10° de température et $0^m,760$ de pression barométrique,

$$\begin{aligned}
\Delta(1,2) &= 1,15\,\delta r + 2,34\,r' - 0,14\,\delta f + 0,69\,f',\\
\Delta(1,3) &= 8,08\,\delta r + 9,95\,r' - 0,37\,\delta f + 1,01\,f',\\
\Delta(\mathrm{I},\mathrm{II}) &= 1,15\,\delta r - 2,34\,r' - 0,14\,\delta f - 0,69\,f',\\
\Delta(\mathrm{I},\mathrm{III}) &= 8,08\,\delta r - 9,95\,r' - 0,37\,\delta f - 1,01\,f'.
\end{aligned}$$

» La symétrie que nous avons supposée relativement à la distance au pôle n'est pas plus nécessaire que l'égalité de température et de pression. Dans des conditions autres, on n'aura plus l'égalité des coefficients deux à deux : ce sera toute la différence.

» On voit, à première vue, que δr et r' seront mieux déterminés que δf et f'. C'est ce qu'il importait d'obtenir, notre recherche ayant pour but exclusif la détermination des deux premières inconnues. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les intégrales de différentielles totales de seconde espèce.* Note de M. E. **Picard**, présentée par M. Hermite.

« Dans une précédente Communication (*Comptes rendus*, octobre 1885), j'ai montré que la surface la plus générale d'un degré donné

$$f(x, y, z) = 0$$

ne possédait d'autres intégrales de différentielles totales de seconde espèce que les fonctions rationnelles de x, y, z. La question se pose alors de rechercher, étant donnée une surface, si elle possède des intégrales de seconde espèce, autres que des fonctions rationnelles, et de trouver le nombre minimum de ces intégrales, pour lesquelles aucune combinaison linéaire ne soit égale à une fonction rationnelle des coordonnées. J'ai résolu la question d'une manière générale; le principe de la solution sera

plus simple à exposer pour une équation de la forme

$$z^2 = f(x, y),$$

où f est un polynôme de degré m, et c'est à de telles surfaces que nous allons nous borner ici. Nous montrons tout d'abord que toute intégrale de différentielle totale de seconde espèce

$$\int P\,dx + Q\,dy,$$

où P et Q sont des fonctions rationnelles de x, y, z, est égale à une fonction rationnelle, plus une intégrale de la forme

$$\int \frac{A\,dx + B\,dy}{C\sqrt{f(x, y)}},$$

où A et B sont des polynômes en x et y et C un polynôme ne dépendant que de y.

» Nous établissons ensuite qu'en retranchant de cette intégrale une fonction rationnelle convenable, on la ramène à la forme

$$\int \frac{P\,dx + Q\,dy}{\sqrt{f(x, y)}},$$

où

$$P = a_0 x^{m-2} + a_1 x^{m-3} + \ldots + a_{m-2},$$
$$Q = b_0 x^{m-1} + b_1 x^{m-2} + \ldots + b_{m-1},$$

les a et b étant des fonctions rationnelles de y. Prenons maintenant la condition d'intégrabilité

$$P\frac{\partial f}{\partial y} - Q\frac{\partial f}{\partial x} = 2f(x, y)\left(\frac{\partial P}{\partial y} - \frac{\partial Q}{\partial x}\right);$$

les deux membres de cette identité sont des polynômes de degré $2m - 2$ en x; nous aurons donc $2m - 1$ relations dans lesquelles figureront les $2m - 1$ fonctions de y

$$a_0,\ a_1,\ \ldots,\ a_{m-2};\quad b_0,\ b_1,\ \ldots,\ b_{m-1}.$$

» Pour simplifier encore, nous supposerons m impair et égal à $2p + 1$. Dans ce cas les m premières des identités précédentes nous permettent d'exprimer de proche en proche $b_0, b_1, \ldots, b_{m-1}$ à l'aide des a et de leur dérivée première. Portant ces valeurs dans les $(m - 1)$ autres identités,

que nous avons encore à écrire, nous obtenons un système de $(m-1)$ équations linéaires et homogènes du premier ordre. On pourra en tirer a_1, $a_2, \ldots, a_{m-2}$ exprimées au moyen de a_0 et de ses dérivées, et, quant à a_0, il satisfera à une équation linéaire E d'ordre $m-1$, dont les coefficients seront des polynômes en y. Nous aurons donc à rechercher si cette équation pourra être vérifiée par une fonction rationnelle de y, question que l'on traitera facilement.

» Supposons que l'on ait trouvé r fonctions rationnelles, linéairement indépendantes, satisfaisant à l'équation précédente E; on en déduit des valeurs correspondantes pour les a et les b, et l'on a alors r intégrales de seconde espèce. Aucune de ces intégrales ne se réduit à une fonction rationnelle de x, y, z, et il en est de même pour toute combinaison linéaire de ces intégrales; le nombre r représente le nombre des intégrales *distinctes* de seconde espèce.

» On peut rencontrer, en suivant une autre voie, l'équation linéaire E d'ordre $2p$, dont nous venons de parler. Considérons à cet effet l'intégrale relative à la seule valeur x

$$\int \frac{(a_0 x^{m-2} + \ldots + a_{m-2})\, dx}{\sqrt{f(x,y)}}.$$

y est un paramètre, et l'on veut déterminer $a_0, a_1, \ldots, a_{m-2}$ en fonction de ce paramètre, de telle sorte que les $2p$ périodes de l'intégrale précédente ne dépendent pas de y. En écrivant que ces périodes sont égales à des constantes $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_{2p}$, on aura $2p$ équations; d'où l'on tirera

$$\begin{aligned}
a_0 &= \alpha_1 U_{11} + \alpha_2 U_{12} + \ldots + \alpha_{2p} U_{1,2p},\\
a_0 &= \alpha_1 U_{21} + \alpha_2 U_{22} + \ldots + \alpha_{2p} U_{2,2p},\\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,\\
a_{m-2} &= \alpha_1 U_{2p,1} + \ldots + \alpha_{2p} U_{2p,2p},
\end{aligned}$$

les U étant des fonctions de y, que l'on peut représenter par des intégrales définies. Arrêtons-nous particulièrement sur a_0 : cette expression représente, avec ses $2p$ constantes arbitraires α, l'intégrale générale de l'équation E. Ces considérations m'ont permis d'aborder l'importante question de la relation entre le nombre des périodes et le nombre r des intégrales distinctes : j'y reviendrai prochainement.

» Je demande la permission de terminer par quelques remarques sur un sujet un peu différent; elles me sont inspirées par la Note remarquable

que M. Poincaré vient de publier dans le dernier numéro des *Comptes rendus*. L'importante notion des périodes des intégrales doubles, appliquée aux intégrales doubles de fonctions algébriques, semble devoir présenter quelque intérêt. C'est une question dont je me suis occupé, il y a quelques années (*Comptes rendus*, janvier 1883). Soit une surface algébrique d'ordre m

$$f(x, y, z) = 0$$

et considérons une intégrale double, que l'on peut appeler de première espèce,

$$\int\int \frac{Q(x, y, z)\, dx\, dy}{f'_z},$$

où Q est un polynôme d'ordre $(m-4)$, tel que la surface $Q = 0$ passe par les courbes doubles de f. Cette intégrale double ne présente pas de ces périodes polaires qui viennent d'être si bien étudiées par M. Poincaré; leurs périodes sont cycliques et présentent un caractère bien différent de celui des intégrales abéliennes attachées aux courbes algébriques. Tandis que pour celles-ci ces périodes sont des constantes, il arrivera, en général, pour les surfaces, qu'elles dépendront des valeurs initiales x_0, y_0, z_0 au début du cycle. »

GÉOMÉTRIE CINÉMATIQUE. — *Théorie géométrique de l'hyperboloïde articulé.* Note de M. A. **Mannheim.**

« En 1878, M. Greenhill a énoncé une élégante proposition relative à l'hyperboloïde à une nappe dont les génératrices, construites au moyen de tiges articulées à leurs points de rencontre, permettent la déformation de cette surface.

» Peu de temps après, cette proposition a été démontrée par M. le professeur A. Cayley dans le t. VIII du *Messenger of Mathematics*.

» Enfin, récemment, M. Darboux, dans d'intéressantes notes ajoutées au Cours de Mécanique de M. Despeyrous ([1]), l'a démontrée aussi, ainsi que d'autres relatives au même hyperboloïde.

» Je me propose d'exposer la théorie de l'hyperboloïde articulé. Cette

---

([1]) Voir aussi *Comptes rendus*, séances des 29 juin, 13 et 20 juillet 1885, et *Journal de Mathématiques pures et appliquées*, 4e série, t. I, p. 403.

nouvelle application de *Géométrie cinématique* me conduit au théorème de M. Greenhill, à une démonstration du théorème d'Ivory [démonstration qu'on n'avait pas encore, malgré le désir formulé par Chasles ([1])]; elle me permet de retrouver simplement des propositions relatives à la polhodie et à l'herpolhodie, ainsi qu'aux surfaces homofocales du second ordre, et d'en découvrir de nouvelles.

» Soient ox, oy, oz les axes d'un prisme droit rectangulaire, et sur les faces de ce prisme, parallèles à oz, les diagonales P, Q, R, S qui forment un quadrilatère gauche.

» Les côtés opposés P, R rencontrent à angle droit oy et sont à des distances égales de o; de même pour S et Q. *On peut, en conservant à* P, Q, R, S *leurs longueurs, déformer ce quadrilatère de façon qu'il en soit toujours ainsi.*

» Considérons l'hyperboloïde à une nappe (H) qui a pour sommets les milieux des côtés du quadrilatère et dont l'axe non transverse est égal à la hauteur du prisme; *le quadrilatère gauche est sur* (H) *et détermine cette surface.*

» Construisons ce quadrilatère au moyen de tiges et déformons-le, ainsi que je viens de le dire. A chacune de ses positions correspond un hyperboloïde : *tous ces hyperboloïdes sont homofocaux*, comme nous allons le voir.

» La projection de P sur le plan des xz, plan principal de (H), est une asymptote de l'hyperbole, section principale de (H) par ce plan des xz, et la longueur de P est la distance focale relative à cette hyperbole. Il en est de même pour Q relativement à l'autre hyperbole principale. Mais P et Q sont de grandeurs invariables, par suite, pendant la déformation de (H), on a sur chacun des plans principaux des xz et des yz des hyperboles homofocales; donc .....

» Soient G une génératrice de (H), p, r les points où elle rencontre P, R. Déformons le quadrilatère et soit (H_1) le nouvel hyperboloïde correspondant. La droite G est venue en G_1 qui joint les points p_1, r_1 où sont venus les points p, r. Soient p', r', p'_1, r'_1 les projections de ces points sur le plan des xz. Les droites op'_1, or'_1 sont les asymptotes de l'hyperbole principale

([1]) A la page 165 de son *Aperçu historique*, Chasles s'exprime ainsi : « Les différentes démonstrations que l'on a données de ce théorème (d'Ivory) s'écartent peu de celles mêmes de son célèbre auteur et l'on y fait usage de quelques transformations de formules analytiques. Il est peut-être à désirer pour faire entrer ce théorème dans la théorie géométrique de l'attraction des ellipsoïdes, à laquelle il appartient par sa nature, d'en avoir une démonstration plus synthétique que les premières, c'est-à-dire tout à fait indépendante des formules de l'Analyse. »

de (H_1). On a évidemment $op'_1 \times or'_1 = op' \times or'$; produit qui est égal au carré de la demi-distance focale des hyperboles homofocales, sections principales de (H) et (H_1) sur le plan des xz.

» D'après cela, la projection de G_1 sur ce plan est une tangente à l'hyperbole principale trace de (H_1); par suite, G_1 qui rencontre, comme nous le savons, les nouvelles positions de P et de R, est une génératrice de (H_1). Donc : *les génératrices de l'hyperboloïde* (H) *restent les génératrices des hyperboloïdes qui résultent de la déformation de cette surface.*

» Pendant la déformation, le milieu de P décrit oy qui est perpendiculaire à cette droite; P est alors normal aux trajectoires de ses points. De même pour Q. *Le point de rencontre de* P *et de* Q *décrit alors une trajectoire normale à ces droites, c'est-à-dire au plan* (P, Q) *qui est tangent à* (H).

» De même pour le point de rencontre de P et de S. Il y a alors trois points de P qui sortent de leurs positions normalement à (H); cette droite, pour un déplacement infiniment petit, se déplace sur le paraboloïde des normales à (H) relatif à P; par suite, *la trajectoire d'un point quelconque de* P *est normale à* (H). Les trajectoires des points p, r sont alors normales au segment pr de G; donc *le segment pr reste de grandeur constante pendant la déformation de* (H).

» Les points p, r se déplacent normalement à (H) et le milieu de pr aussi, comme il est facile de le voir; il en est alors de même d'un point quelconque de cette droite. Ainsi *un point quelconque de* (H) *décrit une trajectoire qui est constamment normale à cet hyperboloïde pendant sa déformation.*

» Il ne reste plus qu'à grouper les résultats précédents, intéressants en eux-mêmes, pour retrouver le théorème de M. Greenhill : l'*hyperboloïde articulé* (H) *peut se déformer en conservant son centre et ses axes en directions. Il se transforme successivement en hyperboloïdes qui lui sont homofocaux et ses points décrivent des trajectoires orthogonales à tous ces hyperboloïdes.*

» La trajectoire (m) du point quelconque m de la génératrice arbitraire G étant une trajectoire orthogonale d'hyperboloïdes homofocaux est l'intersection de l'ellipsoïde et de l'hyperboloïde homofocaux à (H) qui passent par m.

» La courbe (m) est une ligne de courbure sur chacune de ces dernières surfaces. On peut remarquer que la trajectoire d'un point de (H) situé sur un plan principal de cette surface est une conique homofocale aux coniques traces de (H) sur ce plan principal.

» Les points α, β, γ de G, où cette droite rencontre les plans principaux,

restent sur ces plans pendant la déformation et décrivent des trajectoires normales à G ; donc j'arrive à ce théorème important : *Les plans principaux de* (H) *déterminent sur une génératrice arbitraire* G *de cette surface des segments qui restent de grandeurs invariables pendant la déformation.*

» Abaissons *ot* perpendiculairement sur G et lions invariablement ces deux droites. Le plan (*ot*, G) touche (H) au point à l'infini sur G. Lorsqu'on déforme (H), ce point à l'infini sort de sa position normalement à ce plan, par suite la normale en ce point, à la surface (G) engendrée par G, est dans le plan (*o*, G). Cette normale contient le foyer du plan (*o*, G) entraîné avec G et, comme ce foyer est aussi sur la perpendiculaire à *ot*, élevée du point *o* dans le plan (*o*, G), il est à l'infini sur cette perpendiculaire. Par suite, j'arrive à ce théorème : *La normale à la trajectoire du point t, sommet de l'angle droit* (*ot*, G), *est la droite* G; *les segments compris entre t et les points* α, β, γ, *où* G *rencontre les plans principaux, sont de grandeurs constantes.*

» De là ce résultat intéressant : *Si l'on déplace la droite* G *de façon que* α, β, γ *restent toujours sur les plans principaux et que le plan, mené de o perpendiculairement à* G *et lié à cette droite, passe toujours par o, le déplacement de* G *s'effectue comme pendant la déformation de l'hyperboloïde articulé.*

» Enfin notre théorème permet aussi de retrouver celui-ci : *Un plan perpendiculaire à* G *et lié à cette droite reste tangent à une sphère dont le centre est o* (1). »

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Vérification expérimentale d'une nouvelle représentation géométrique des sensations colorées* (2). Note de M. **R. Feret**, présentée par M. Cornu.

« Après avoir établi certaines propriétés des sensations colorées et fondé sur elles les principes d'un nouveau diagramme représentatif de ces sensations, il reste à montrer que les résultats fournis par l'expérience concordent bien avec ceux que la théorie fait prévoir. Les vérifications numériques sont relativement faciles, car on peut démontrer que ce diagramme est entièrement déterminé de forme et d'orientation par sept paramètres. Si l'on prend pour origine des coordonnées le point de l'espace qui repré-

---

(1) Voir Darboux, Notes du *Cours de Mécanique* de M. Despeyrous.

(2) *Comptes rendus*, page 44 de ce Volume.

sente le blanc, et pour axe des Z la droite des gris, ces sept paramètres seront, par exemple, les coordonnées a, b, c, a', b', c' de deux couleurs particulières et la coordonnée N du noir absolu. J'ai cru donner plus de poids à cette vérification en n'y employant que des données fournies par un savant, dont personne ne saurait contester l'autorité.

» Dans des expériences faites en 1856, Maxwell démontre que, cinq couleurs quelconques étant données, on peut toujours combiner, par rotation d'une part, certaines d'entre elles; d'autre part, les couleurs restantes, de telle sorte que la sensation de couleur résultante soit la même dans les deux cas, et cela d'une seule manière. C'est là d'ailleurs un résultat qu'il est facile de prévoir au moyen du diagramme précité. Dès lors, si l'on emploie une couleur de plus, suivant qu'on laisse de côté telle ou telle des six couleurs considérées, on peut former six combinaisons donnant lieu chacune à une expérience.

» Le Tableau ci-dessous indique les résultats de Maxwell. Chaque nombre, moyenne de six observations, représente l'angle du secteur coloré exprimé en centièmes de circonférence; il est affecté du signe + ou du signe —, suivant que la couleur correspondante entre dans l'une ou dans l'autre des deux combinaisons conduisant à une même couleur résultante [1].

Tableau I. — *Angles mesurés par Maxwell.*

Séries d'observations.	Vermillon.	Outremer.	Vert.	Blanc.	Noir.	Jaune.	Erreur moyenne de chaque série d'observations.
I......	0	−54,7	−13,5	+32,1	+67,9	−31,8	±0,94
II......	−60,2	0	−39,8	+ 9,2	+68,2	+22,6	±0,85
III.....	−21,5	+56,8	0	−29,3	−49,2	+43,2	±1,05
IV.....	−62,7	+17,2	−37,3	0	+48,5	+34,3	±1,17
V......	+55,7	−48,7	+26,1	+18,2	0	−51,3	±1,08
VI.....	−38,8	−27,2	−34,0	+23,8	+76,2	0	±0,40
						Moyenne......	0,91

» Je vais montrer qu'il est possible, en empruntant les données de deux séries, d'en déduire numériquement les résultats observés pour les quatre autres.

» Soient l'outremer et le vert de Maxwell les deux couleurs dont les coordonnées sont mesurées par les nombres a, b, c, a', b', c'. Soit n le z de son noir. En vertu d'un théorème énoncé dans une Note précédente, les coordonnées x_1, y_1, z_1 du jaune employé seront données par les trois équations suivantes, déduites de la ligne I :

$$(1)\qquad \begin{cases} 54,7a + 13,5a' + 31,8x_1 = 32,1 \times 0 + 67,9 \times 0 = 0, \\ 54,7b + 13,5b' + 31,8y_1 = 32,1 \times 0 + 67,9 \times 0 = 0, \\ 54,7c + 13,5c' + 31,8z_1 = 32,1 \times 0 + 67,9 \times 0 = 67,9n. \end{cases}$$

[1] *Philosophical Magazine*, juillet 1857.

» Ces équations expriment que les proportions 54,7, 13,5 et 31,8 d'outremer (a, b, c), de vert (a', b', c') et de jaune (x_1, y_1, z_1) produisent le même gris que 32,1 de blanc (0, 0, 0) et 67,9 de noir $(0, 0, n)$.

» De même, les coordonnées x_2, y_2, z_2 du vermillon seront données par les trois équations suivantes, déduites de la ligne VI :

$$(3) \quad \begin{cases} 38{,}8x_2 + 27{,}2a + 34{,}0a' = 0, \\ 38{,}8y_2 + 27{,}2b + 34{,}0b' = 0, \\ 38{,}8z_2 + 27{,}2c + 34{,}0c' = 76{,}2n. \end{cases}$$

» Supposons que, laissant de côté l'outremer, on engendre une même couleur résultante, en combinant, d'une part, un angle α de vermillon (x_2, y_2, z_2) avec un angle $100 - \alpha$ de vert (a', b', c'), et, d'autre part, un angle β de jaune (x_1, y_1, z_1) avec un angle γ de noir $(0, 0, n)$ et un angle $100 - \beta - \gamma$ de blanc (0, 0, 0). Les angles α, β, γ seront liés par les trois équations :

$$(3) \quad \begin{cases} \alpha x_2 + (100 - \alpha)a' = \beta x_1, \\ \alpha y_2 + (100 - \alpha)b' = \beta y_1, \\ \alpha z_2 + (100 - \alpha)c' = \beta z_1 + \gamma n. \end{cases}$$

» Lorsque, après les avoir résolues par rapport à α, β et γ, on remplace dans les solutions obtenues x_1, y_1, z_1, x_2, y_2 et z_2 par leurs valeurs déduites des équations (1) et (2), en fonction de a, b, c, a', b', c' et n, ces sept paramètres se trouvent nécessairement éliminés, par suite de la forme même des équations, et l'on arrive, pour les angles cherchés, à des valeurs purement numériques.

» Le Tableau II donne ces résultats dans les quatre cas, qui correspondent aux séries d'observations II, III, IV et V de Maxwell.

TABLEAU II. — *Première vérification.*

	Vermillon.		Outremer.		Vert.		Blanc.		Noir.		Jaune.		
	Angle. calculé.	Écart avec l'angle observé.	Angle calculé.	Écart avec l'angle observé.	Angle calculé.	Écart avec l'angle observé.	Angle calculé.	Écart avec l'angle observé.	Angle calculé.	Écart avec l'angle observé.	Angle calculé.	Écart avec l'angle observé.	Écart moyen.
													I 0,00
II....	−58,7	− 1,5	0	»	−41,3	+ 1,5	+11,9	+ 2,7	+64,2	− 4,0	+23,9	+ 1,3	±2,50
III...	−20,4	− 1,1	+58,0	+ 1,2	0	»	−29,9	+ 0,6	−49,7	+ 0,5	+42,0	− 1,2	±0,96
IV....	−61,8	− 0,9	+21,3	+ 4,1	−38,2	+ 0,9	0	»	+41,2	− 7,3	+37,5	+ 3,2	±4,04
V....	+55,5	− 0,2	−49,0	+ 0,3	+27,0	+ 0,9	+17,5	− 0,7	0	»	−51,0	− 0,3	±0,55
													VI 0,00
											Moyenne.......		1,34

» La petitesse relative des écarts moyens montre qu'il y a concordance entre la théorie et l'expérience.

» Il résulte de là que les six séries du Tableau I peuvent se déduire numériquement de deux quelconques d'entre elles. Dès lors, on peut les faire concourir toutes les six à la détermination des valeurs les plus probables des coordonnées $x_1, y_1, z_1, x_2, y_2, z_2$

en fonction des paramètres a, b, c, a', b', c', n, et en déduire une seconde vérification plus précise et plus symétrique que la première, et, en même temps, plus élégante.

» Le Tableau III donne les résultats que l'on obtient en résolvant, par rapport à x_1, y_1, z_1, x_2, y_2, z_2, par la méthode des moindres carrés, les dix-huit équations analogues aux équations (1) et (2).

» On a simplifié le calcul, en remplaçant les multiplicateurs de ces équations par des nombres entiers très voisins des coefficients.

Tableau III. — *Seconde vérification.*

	Vermillon.		Outremer.		Vert.		Blanc.		Noir.		Jaune.		
	Angle calculé.	Écart avec l'angle observé.	Angle calculé.	Écart avec l'angle observé.	Angle calculé.	Écart avec l'angle observé.	Angle calculé.	Écart avec l'angle observé.	Angle calculé.	Écart avec l'angle observé.	Angle calculé.	Écart avec l'angle observé.	Écart moyen.
.....	0	»	−54,1	− 0,6	−13,5	± 0,0	+31,7	− 0,4	+68,3	+ 0,4	−32,4	+ 0,6	±0,45
I....	−59,7	− 0,5	0	»	−40,3	+ 0,5	+10,2	+ 1,0	+66,4	− 1,8	+23,4	+ 0,8	±1,03
II...	−21,3	− 0,2	+57,4	+ 0,6	0	»	−29,9	+ 0,6	−48,8	− 0,4	+42,6	− 0,6	±0,50
V...	−62,9	+ 0,2	+18,3	+ 1,1	−37,1	− 0,2	0	»	+46,1	− 2,4	+35,6	+ 1,3	±1,36
....	+55,6	− 0,1	−49,0	+ 0,3	+25,3	− 0,8	+19,1	+ 0,9	0	»	−51,0	− 0,3	±0,57
I...	−39,7	+ 0,9	−26,1	− 1,1	−34,2	+ 0,2	+22,3	− 1,5	+77,7	+ 1,5	0	»	±1,14
												Moyenne........	0,84

» Cette fois, la moyenne des écarts existant entre les angles calculés et les angles observés est plus petite que celle des erreurs d'observation.

» L'expérience confirme donc en tous points la théorie.

» Cette théorie, bien qu'elle conduise aux mêmes équations que celle de Maxwell, en diffère essentiellement en ce qu'elle est fondée sur *la règle du parallélogramme* et qu'elle est indépendante de la notion des *trois couleurs fondamentales*. »

THERMOCHIMIE. — *Recherches thermiques sur l'acide hypophosphorique.* Note de M. A. Joly, présentée par M. Berthelot.

« Il m'a paru intéressant de comparer les propriétés thermiques des deux hydrates de l'acide hypophosphorique que j'ai précédemment signalés à celles des divers hydrates des acides phosphorique et arsénique dont j'ai successivement complété l'étude. Je me suis proposé en outre de rapprocher l'acide hypophosphorique des autres acides du phosphore et de l'arsenic en étudiant sa saturation par une base alcaline, une base alcalino-terreuse et deux bases métalliques, l'oxyde de manganèse et l'oxyde d'argent.

» I. *Acide hypophosphorique quadrihydraté* $PhO^4, 4HO$. — La chaleur de dissolution de l'hydrate solide a été obtenue en dissolvant des cristaux bien secs dans un poids d'eau correspondant à $350 H^2O^2$ pour $1^{éq}$ d'acide.

» Trois expériences faites à des températures comprises entre 10° et 11° ont donné :

	Cal
	−1,09
	−1,05
	−1,16
Moyenne.......	−1,10

» En dissolvant dans un même poids d'eau l'hydrate fondu vers 65° et maintenu en surfusion, j'ai obtenu comme moyenne de deux déterminations concordantes, à + 11°,

$$+ 3^{Cal},3.$$

» La chaleur de solidification à + 11° est donc de $+ 4^{Cal},4$.

» II. *Acide hypophosphorique normal*, $PhO^4 2HO$. — La chaleur de dissolution de cet hydrate cristallisé dans $250 H^2O^2$, à + 11°, est de

$$+ 3^{Cal},85,$$

ce qui donne pour la réaction

$$PhO^4, 2HO \text{ sol.} + 2HO \text{ sol.} = PhO^4, 4HO \text{ sol}$$

un dégagement de chaleur de

$$+ 3^{Cal},5.$$

» Dans une précédente Communication (*Comptes rendus*, t. CIII, p. 110), j'ai dit que l'acide hypophosphorique normal fondait vers 55° et se décomposait, à une température plus élevée, en un mélange d'acide métaphosphorique et d'acide phosphoreux. L'acide sur lequel ces premiers essais avaient été faits devait être très légèrement hydraté, car, en opérant sur de nouveaux échantillons d'un acide qui avait été maintenu pendant plus de quinze jours dans le vide sec, sur une plaque de porcelaine dégourdie, il m'a été impossible d'observer une fusion, Mais, à une température voisine de 70°, l'acide s'est liquéfié brusquement; en quelques secondes, un thermomètre enveloppé de 2^{gr} environ d'acide cristallisé s'est élevé de 14°; le liquide sirupeux et incristallisable résultant de cette transformation jouissait des propriétés réductrices de l'acide phosphoreux et renfermait

en outre un autre acide du phosphore qui ne peut être que l'acide métaphosphorique. Je ne suis pas encore parvenu à étudier complètement cette transformation et j'en réserve l'étude pour le moment où j'aurai réussi à réaliser, au sein du calorimètre, les transformations réciproques des trois acides phosphorique, phosphoreux et hypophosphorique.

» III. *Saturation de l'acide hypophosphorique dissous par la soude.* — Pour étudier la saturation de l'acide hypophosphorique par la soude, j'ai mélangé des volumes croissants d'une dissolution alcaline ($1^{éq} = 4^{lit}$) avec :

» 1° Des dissolutions étendues d'acide, obtenues en dissolvant dans l'eau, pour chaque détermination, un poids connu d'acide cristallisé ($PhO^4, 4HO = 99$) et correspondant à la dilution $1^{éq} = 6^{lit}$;

» 2° Une dissolution étendue de l'hypophosphate monosodique

$$PhO^6NaH + 6HO = 157,$$

renfermant $1^{éq}$ de sel pour 10^{lit} d'eau.

» J'ai obtenu les nombres suivants, à des températures comprises entre 10° à 11° :

		Cal
$PhO^6H^2 (1^{éq} = 6^{lit}) + \frac{1}{2}NaO (1^{éq} = 4^{lit})$	....	+ 7,57
» $+ 1 NaO$ »	....	+ 15,05
» $+ \frac{3}{2} NaO$ »	....	+ 21,33
$PhO^6NaH (1^{éq} = 10^{lit}) + \frac{1}{2}NaO (1^{éq} = 4^{lit})$	....	+ 6,34
» $+ 1 NaO$ »	....	+ 12,06
» $+ 2 NaO$ »	....	+ 12,58

» En combinant entre elles ces deux séries de nombres, qui sont eux-mêmes les moyennes de plusieurs groupes de déterminations concordantes, on trouve :

$PhO^6H^2 + \frac{1}{2}NaO$.....	7,57	1er NaO.....	15,05	$1^{er} \frac{1}{2}$ NaO.....	7,57
» $+ 1 NaO$.....	15,05			$2^e \frac{1}{2}$ NaO.....	7,48
» $+ \frac{3}{2} NaO$.....	21,36	2e NaO.....	12,06	$1^{er} \frac{1}{2}$ NaO.....	6,31
» $+ 2 NaO$.....	27,11			$2^e \frac{1}{2}$ NaO.....	5,75
» $+ 3 NaO$.....	27,65	3e NaO.....	0,54		

» On voit, à l'inspection de ces nombres, bien que l'action de la soude se prolonge au delà du deuxième équivalent de base, ce qui s'explique par l'instabilité, facile à constater d'ailleurs, du sel disodique, que l'acide hypophosphorique est un acide *bibasique*. De plus, et le même fait se présente pour les autres acides du phosphore et de l'arsenic, d'après les travaux de Graham, de MM. Berthelot et Thomsen, le dégagement de chaleur va

en diminuant du premier équivalent de soude ($15^{cal},03$) au deuxième ($12^{cal},06$).

» Les chaleurs de saturation de l'acide hypophosphorique par la soude sont très voisines de celles qui ont été mesurées pour les autres composés oxygénés du phosphore et de l'arsenic. Les expériences de MM. Berthelot et Louguinine, celles de M. Thomsen ont été faites à des températures de 16° et de 20°, supérieures à celles où les mesures précédentes ont été effectuées; les nombres cités plus haut subiraient probablement, si on les déterminait à une température plus élevée, une diminution notable qui les rapprocherait encore des nombres suivants :

	PhO^6H.	PhO^7H^2.	PhO^8H^3.		PhO^6H^3.	AsO^8H^3.
	(1).	(1).	(2).	(1).	(1).	(1).
	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal
$\frac{1}{2}$ NaO...	7,1	7,2	7,4	7,3	7,4	7,4
1 NaO...	14,5	14,3	14,7	14,8	14,8	14,9
2 NaO...	16,4	26,4	26,5	27,1	28,4	27,6
3 NaO...	16,5	27,2	33,8	34,0	28,9	35,9
4 NaO...	»	»	34,5	»	»	»
6 NaO...	»	»	35,7	3	»	37,4

» J'étudierai dans une prochaine Communication la saturation de l'acide hypophosphorique par la baryte, l'oxyde de manganèse et l'oxyde d'argent, ainsi que quelques phénomènes de double décomposition qui donnent lieu à des remarques intéressantes. »

CHIMIE. — *Indicateurs des diverses énergies des acides polybasiques.* Note de M. R. Engel, présentée par M. Friedel.

« Dans une précédente Communication, j'ai montré, par quelques exemples, le parti qu'on pouvait tirer du bleu Poirrier CLB employé comme indicateur, soit pour le dosage acidimétrique de certains acides faibles ou de corps réputés neutres, mais fonctionnant comme acides faibles, soit comme moyen de démonstration dans les cours, pour révéler certaines fonctions de composés à fonction complexe.

(1) Thomsen, *Thermochemische Untersuchungen*, t. I, p. 201.

(2) Berthelot et Louguinine, *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. VIII, p. 23.

» On observe des faits tout aussi intéressants, lorsqu'on se sert de ce réactif comme indicateur de certaines des énergies des acides polybasiques.

» 1° *Acide borique*. Tous les indicateurs connus, en présence de l'acide borique, virent sous l'influence de la potasse avant la neutralisation complète de l'acide BoO^2H. Le borax déjà se comporte comme un alcali vis-à-vis du tournesol, de l'orangé 3, de la phénacétoline et de la phénolphtaléine, et M. Robert F. Thomson (*Ch. News*, 1883, p. 135) a montré que l'orangé 3 permet de doser par un acide titré la quantité d'alcali combiné avec l'acide borique, aussi exactement que s'il s'agissait d'un carbonate alcalin.

» Le bleu soluble, au contraire, ne commence à virer qu'après la neutralisation complète de l'acide BoO^2H. Il indique même la tendance de l'acide borique BoO^3H^3 à se combiner avec une deuxième molécule de potasse. 100^{div} d'une solution demi-normale d'acide borique ont exigé 53^{div} de potasse normale (théorie, 50 pour BoO^2K.) Aussi le borax, alcalin à tous les réactifs colorés, est-il acide au bleu soluble.

» 2° *Acide phosphorique*. Cet acide, monobasique en présence de l'orangé 3, bibasique en présence de la phénolphtaléine (Thomson), se révèle tribasique avec le bleu soluble. Les phosphates tribasiques alcalins étant éminemment décomposables par l'eau, le virage s'opère graduellement vers la fin.

» 100^{div} d'une solution concentrée de phosphate de soude titrée à l'acide, avec l'orangé 3 comme indicateur, ont exigé 59^{div} d'acide sulfurique titré. 100^{div} de la même solution, avec le bleu comme indicateur, ont exigé 50^{div} de potasse normale avant que le virage commence.

» Le phosphate disodique alcalin au tournesol et à l'orangé 3, neutre à la phénolphtaléine, est donc acide au bleu soluble.

» 3° L'*acide arsénique* se comporte comme l'acide phosphorique.

» 4° L'*acide phosphoreux*, monobasique à l'orangé 3, est bibasique au bleu soluble et à la phénolphtaléine.

» 5° L'*acide hypophosphoreux* ne manifeste qu'une tendance biacide.

» *L'acide carbonique* est bibasique au bleu soluble, de telle sorte que le bicarbonate de potasse par exemple, qui est alcalin au tournesol et à l'orangé 3, peut être titré en présence du bleu soluble, comme un acide, à l'aide d'une solution de potasse.

» 100^{div} d'une solution normale de bicarbonate de potasse ont exigé 101^{div} de potasse normale.

» 7° *Acides oxybenzoïques*. L'acide salicylique est monobasique avec tous

les réactifs de même que l'acide lactique. La mesure des quantités de chaleur de neutralisation des phénols bivalents, faite récemment par MM. Berthelot et Werner, permettait de prévoir qu'il n'en serait pas de même des isomères de l'acide salicylique, l'acide méta-oxybenzoïque et l'acide para-oxybenzoïque. Voici les résultats obtenus avec l'acide para-oxybenzoïque :

» Un même volume d'une solution à titre quelconque de cet acide a donné :

» 1° Avec l'orangé 3, virage progressif commençant dès la quatrième goutte de potasse ;

» 2° Avec la phénolphtaléine, 17^{div} de potasse normale, puis virage progressif ;

» 3° Avec le tournesol, 14^{div} ;

» 4° Avec le bleu, $28^{\mathrm{div}},5$.

» Ainsi, tandis que l'acide salicylique ne révèle sa fonction phénol à aucun réactif, son isomère, l'acide para-oxybenzoïque, est monobasique avec le tournesol, bibasique avec le bleu soluble. Il vire d'ailleurs progressivement dès le début avec l'orangé 3, comme la plupart des acides organiques, après la saturation de la fonction acide proprement dite avec la phénolphtaléine, comme les phénols en général.

» Ces résultats sont conformes aux mesures thermiques que MM. Berthelot et Werner ont effectuées sur les acides oxybenzoïques et qu'ils ont publiées dans le dernier numéro du *Bulletin de la Société chimique*. Ils sont bien propres à faire ressortir le parti qu'on peut tirer de ce nouveau réactif, tant comme procédé qualitatif, si je puis m'exprimer ainsi, pour rechercher les fonctions des corps, que comme moyen de montrer aux yeux les résultats obtenus par les méthodes thermiques. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Études sur la chlorophylle*. Note de M. **Victor Jodin**, présentée par M. Fremy.

« Dans une récente Communication à l'Académie, M. Regnard a démontré expérimentalement que la chlorophylle a la propriété d'émettre de l'oxygène à la lumière et d'oxyder le réactif oxymétrique de M. Schützenberger. De ce fait intéressant, le savant physiologiste conclut naturellement que la fonction chlorophyllienne, c'est-à-dire la propriété de la plante verte de décomposer l'acide carbonique à la lumière, est une fonction

d'ordre purement chimique, inhérente à la chlorophylle et continuant à agir en dehors des conditions physiologiques.

» Sans vouloir présentement attaquer la légitimité de cette conclusion, je désire remettre sous les yeux de l'Académie d'anciennes expériences, dont les résultats, en apparence contradictoires à la thèse précédente, devront cependant, je crois, être pris en considération pour l'établissement d'une théorie chlorophyllienne appelée à tenir compte des faits observés.

» Ces expériences furent entreprises, il y a déjà longtemps, sous les auspices de M. Fremy, qui venait de publier ses derniers travaux sur la chlorophylle (*Comptes rendus*, t. LXI, p. 192); elles avaient pour objectif de *trouver dans la chlorophylle une fonction chimique en corrélation avec la décomposition de l'acide carbonique par la feuille, à la lumière*.

» La méthode indiquée naturellement était de supprimer une à une les conditions physiologiques, tout en respectant autant que possible l'intégrité anatomique et chimique de la feuille verte, et de constater jusqu'à quel degré la fonction chlorophyllienne résistait à ces épreuves.

» La dessiccation parut d'abord l'altération la plus simple que l'on pût produire dans l'état physiologique d'une feuille.

» Je constatai qu'une feuille simplement desséchée perdait sa puissance chlorophyllienne, alors même qu'avant de l'exposer à la lumière on lui avait restitué son eau de constitution, en la plongeant dans un bain. Mes expériences se rencontrèrent sur ce point avec celles de M. Boussingault, qui me fit l'honneur de les citer dans son Mémoire (*Agronomie, Chimie agricole*, t. IV, p. 317).

» L'illustre savant découvrait aussi, vers la même époque, qu'une feuille asphyxiée par un séjour de soixante-quinze heures dans une atmosphère d'hydrogène ou d'azote avait également perdu sa fonction chlorophyllienne.

» De ce qu'une feuille desséchée ou asphyxiée cessait d'émettre de l'oxygène à la lumière, pouvait-on conclure rigoureusement à l'abolition complète de la fonction chlorophyllienne? Un doute était encore permis. La feuille asphyxiée ou la feuille desséchée respire encore un certain temps, c'est-à-dire conserve la faculté d'absorber l'oxygène en émettant de l'acide carbonique. Il suffisait donc que, dans ces feuilles, la fonction chlorophyllienne fût seulement affaiblie au-dessous d'une certaine limite, pour qu'il devînt impossible d'en constater l'existence. Jusqu'à présent nous ne pouvons en effet reconnaître expérimentalement la fonction chlorophyllienne qu'autant qu'elle est assez puissante pour émettre plus d'oxygène que n'en

consomme dans le même temps la respiration proprement dite. Il était donc nécessaire de supprimer la respiration de la feuille, si l'on voulait constater qu'il ne subsistait plus aucune trace de fonction chlorophyllienne.

» J'ai réalisé cette condition de plusieurs manières; je me borne à en rappeler une : J'introduisis des feuilles de Graminées dans des tubes scellés et je les chauffai au bain-marie, de façon à tuer les feuilles. Ainsi préparées, j'en conservai une partie à l'obscurité pendant que les autres étaient exposées à la lumière. Les premières restèrent intactes, ne changèrent pas de couleur et ne modifièrent pas sensiblement leur atmosphère : elles avaient bien réellement perdu leur faculté respiratoire et servaient de témoin. Les autres au contraire se décolorèrent à la lumière, en absorbant en grande partie l'oxygène du tube et produisant un peu d'acide carbonique (*Bulletin de la Société chimique*, t. III, p. 87). Le résultat semblait décisif: *en dehors de l'intégrité physiologique, la lumière n'agit plus sur la feuille que pour détruire la chlorophylle et en provoquer l'oxydation.*

» Il restait à montrer que l'oxydation photochimique constatée dans ces expériences s'exerçait bien réellement sur la chlorophylle et non pas sur d'autres principes immédiats, tels que les tannins, chez qui j'avais déjà trouvé des propriétés analogues.

» Isolant les éléments de la chlorophylle [xanthophylle, acide phyllocyanique, etc. (Fremy)], d'après les méthodes alors connues, je constatai que la chlorophylle ou ses éléments mis en solution dans l'alcool ou l'eau alcaline restaient inaltérables à l'obscurité, mais absorbaient énergiquement l'oxygène à la lumière en dégageant seulement un volume d'acide carbonique, environ le $\frac{1}{10}$ de l'oxygène absorbé (*Comptes rendus*, t. LIX, p. 857).

» La contre-épreuve était faite et le problème primitif se posait ainsi :

» *La chlorophylle étant une matière photochimiquement oxydable en dehors de l'état physiologique, par quelle association d'énergies extérieures peut-elle subir un renversement apparent de fonction et concourir à un phénomène de réduction, tel que la décomposition de l'acide carbonique?*

» Mes premiers essais dans cette voie ont été d'associer la chlorophylle ou ses éléments avec certains principes végétaux : sucres, tannins, huiles, etc., et de rechercher l'influence réciproque que pouvaient avoir les unes sur les autres les fonctions chimiques des substances ainsi rapprochées. Ces recherches, bien que souvent interrompues, m'ont cependant donné quelques résultats. Je citerai ici seulement ceux qui m'ont donné l'association de la chlorophylle avec les huiles végétales.

» Les expériences de Cloëz ont montré que les huiles siccatives avaient la propriété de fixer l'oxygène. Cette oxydation se produit spontanément à l'obscurité, bien que la lumière l'accélère et semble modifier le type des produits secondaires qui en dérivent. Or si dans ces huiles, très oxydables à l'obscurité, dans l'huile de lin, par exemple, on incorpore quelques millièmes de chlorophylle, on modifiera très sensiblement ces propriétés. L'huile sera devenue presque inoxydable à l'obscurité et pourra rester de longs mois en contact avec l'oxygène sans en fixer une quantité notable. A la lumière au contraire, elle retrouve toute son affinité pour l'oxygène, exaltée même, semble-t-il, par la présence de la chlorophylle. »

ANATOMIE. — *Sur la morphologie de l'ovaire chez les Insectes.* Note de M. **Armand Sabatier**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« On sait qu'il y a des Insectes chez lesquels les cellules nutritives restent fixées dans le cul-de-sac supérieur du tube ovigère, et sont ainsi plus ou moins éloignées des œufs. A ce groupe appartiennent un grand nombre de Coléoptères et les Rhynchotes.

» Chez ces Insectes, dont j'excepte les Coccidiens et les Aphidiens dont il sera question dans une Note spéciale, les tubes ovariens se terminent antérieurement par des filaments formés d'une membrane extérieure à noyaux aplatis, qui recouvre une colonne de cellules disposées régulièrement autour de l'axe du cylindre. Ces cellules pyramidales ont une base externe et un sommet central. Leur noyau est une vésicule claire, ne renfermant qu'un petit nucléole et se colorant faiblement. Ces cellules sont des ovules primitifs. Au centre du filament existe une petite cavité libre de forme irrégulière. En arrière du filament terminal, se trouve le cul-de-sac ou renflement ovarien, qui est composé, outre la membrane externe, de quatre éléments distincts :

» 1° Une couche externe épaisse, formée par de grandes cellules nutritives à noyau volumineux très riche en grains de chromatine et ayant généralement un très gros nucléole. Ces cellules sont disposées dans un ordre spécial : sur des coupes longitudinales, elles sont rangées suivant des lignes obliques allant du centre à la périphérie de l'ovaire et de la base au sommet. Sur des coupes transversales, elles sont disposées radiairement autour du centre ; mais les rayons se dichotomisent plusieurs fois en allant vers la périphérie, et prennent une forme arborescente. Cette masse cellulaire peut facilement être dissociée en chapelets cellulaires.

» 2° Au centre de cette couche, se trouve une masse claire, se colorant mal par les réactifs nucléaires, et dans laquelle on distingue des filaments très nombreux, dirigés suivant l'axe de l'ovaire. Cette masse a la forme d'un tronc fournissant en haut des branches qui se continuent directement avec les chapelets cellulaires, et en bas des racines qui sont autant de funicules auxquels sont suspendus les ovules.

» 3° Ces derniers, situés dans la portion centrale et inférieure du renflement ovarien, se distinguent des cellules nutritives par la constitution de leur noyau, qui est une vésicule claire, pauvre en grains de chromatine et ne possédant généralement qu'un petit nucléole. Leur atmosphère protoplasmique, d'abord très mince, s'accroît ultérieurement et acquiert une structure granuleuse. Ce protoplasma de l'ovule se colore facilement par les colorants nucléaires.

» 4° Les ovules sont plongés au sein d'une masse composée de petites cellules, que l'on considère comme des cellules folliculaires. Cette masse constitue, à la base du renflement ovarien, une sorte de revêtement assez comparable à la cupule du gland de chêne.

» Les œufs sont séparés les uns des autres par les cellules folliculaires et conservent leurs relations avec les cellules nutritives par l'intermédiaire des cordons funiculaires, de nature protoplasmique, auxquels ils sont suspendus.

» Les rapports de ces diverses parties n'ont pas toujours été bien compris, et leurs relations originelles ont été entièrement méconnues. On ne peut d'ailleurs s'en rendre compte que par l'étude attentive du développement des organes reproducteurs. Mes recherches, à cet égard, ont surtout porté sur des jeunes nymphes de *Nepa cinerea,* soumises à des coupes soit transversales, soit longitudinales, et colorées par le picrocarminate ou par le carmin boraté, ou par l'éosine hématoxylique de Renault.

» Durant sa différentiation, le renflement ovarien a la même constitution que le filament terminal déjà décrit. Les noyaux clairs et vésiculeux des ovules se portent vers le sommet central de la cellule, tandis qu'il se forme, vers la base élargie de celle-ci, dans le protoplasma de l'ovule, une masse chromatinée, d'abord mal circonscrite, et qui devient le noyau de la première cellule nutritive. Bientôt apparaît un second noyau semblable, soit par formation directe, soit par division du premier noyau. Il se constitue ainsi une couche circulaire de cellules nutritives, au dedans de laquelle sont suspendus les ovules en forme de massues. Ces ovules sont plongés dans

un espace central rempli de substance claire et qui résulte de l'élargissement à ce niveau de l'espace libre central du filament primitif. Les cellules nutritives se multiplient rapidement par division directe et produisent ainsi l'allongement et la dichotomisation des cordons nutritifs moniliformes, et l'augmentation du diamètre du renflement ovarien. En même temps, les ovules grossissent et remplissent la cavité centrale. Ils se poussent les uns les autres et forcent les cordons suspenseurs à subir un allongement plus ou moins grand. C'est ainsi que les ovules se trouvent éloignés de leurs cellules nutritives.

» Les cellules folliculaires ont une double origine. Il existe en effet à la base du renflement ovarien de nombreux ovules qui avortent après avoir produit un petit nombre de cellules nutritives qui restent petites et constituent cette masse que j'ai comparée à la cupule du gland de chêne. Mais en outre chaque ovule fournit, par formation endogène et suivant le processus que j'ai indiqué dans des Notes antérieures, un certain nombre de cellules folliculaires qui viennent envelopper directement l'œuf. Toutes ces cellules, d'abord petites, croissent avec l'œuf, et ont une structure identique à celles des cellules nutritives.

» Il résulte de ces observations que, chez les Insectes dont il est ici question, les cellules nutritives et les cellules folliculaires sont également des éléments qui prennent naissance dans le protoplasme de l'ovule, sans qu'il soit porté atteinte à l'autonomie de la vésicule germinative, et qui constituent des éléments éliminés de l'œuf.

» La différence, si frappante au premier abord, qui existe entre les ovaires des Hémiptères et ceux des Lépidoptères par exemple, semble résulter simplement de ce que, chez les Hémiptères, il se forme au centre du tube ovarien une cavité centrale, dans laquelle les ovules sont suspendus et peuvent *relativement* cheminer en s'éloignant de leurs cellules nutritives; tandis que, chez les Lépidoptères, le tube ovarien restant massif, les ovules demeurent enchâssés entre leurs cellules nutritives et celles de l'ovule voisin et ne peuvent ni s'en séparer ni s'en éloigner.

» *P.-S.* Je n'ai pu lire la récente Note de M. Perez qu'après la rédaction de la Note actuelle. Ne pouvant songer, faute d'espace, à y répondre aujourd'hui, je me réserve de le faire dans une prochaine Communication. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Contribution à l'anatomie des Chlorémiens*. Note de M. **Ét. Jourdan**, présentée par M. A. Milne-Edwards (1).

« Les recherches que je poursuis sur l'histologie des Annélides m'ont conduit à étudier un représentant de cette famille, assez commun dans la vase des avant-ports de Marseille, le *Siphonostoma diplochœtos*. Ce Ver a déjà occupé plusieurs observateurs : les Mémoires de Otto, de Muller, de delle Chiaze, les travaux de Claparède, de M. de Quatrefages sont connus des zoologistes. La Note de M. Horst (2) et la thèse de M. Jaquet (3) ont, tout récemment encore, attiré l'attention sur quelques particularités organiques de cet Annélide.

» La peau du Siphonostome est protégée, ainsi qu'on le sait, par un étui muqueux fort épais; elle présente les couches fondamentales des téguments de tous les Vers annelés; je ne les énumérerai pas : il me suffira de dire que les éléments cellulaires de l'épiderme sont fort nets et qu'ils se présentent avec des caractères différents suivant les régions étudiées. Dans le vestibule buccal les cellules épidermiques sont cylindriques et vibratiles. Elles sont glandulaires sur les parois du corps et cylindriques dans la région antérieure, aplaties et difficiles à démontrer dans la région postérieure. Cette couche épithéliale sécrète une cuticule mince et finement striée.

» Tous les auteurs qui ont étudié le Siphonostome ont signalé les nombreuses papilles dispersées au sein de la couche de mucus et rattachées aux téguments par des pédoncules excessivement longs et minces. Claparède en distingue de deux sortes et, après Kölliker, il considère ces organes comme servant au tact. J'ai pu, à l'aide de l'acide osmique, faire de ces appendices une étude que je crois plus complète que celle de mes prédécesseurs. Mes observations m'ont montré que ces papilles appartiennent à deux types et qu'elles ont la structure suivante. Les unes, ovoïdes, isolées et comme perdues dans le mucus, sont formées de cellules glandulaires en massue, semblables à celles qui entrent dans la constitution de l'épiderme des pa-

---

(1) Ces recherches ont été faites au laboratoire de Zoologie marine de Marseille.

(2) Horst, *Ueber ein räthselhaftes Organ bei den Chlorœmiden* (*Zool. Anzeiger*, n° 185, 12 janvier 1885).

(3) Jaquet, *Recherches sur le système vasculaire des Annélides* (*Mittheilungen aus der zoologischen Station zu Neapel*, Bd. VII, 3, 1885).

rois du corps. Les corps de ces cellules sont disposés en gerbe au-dessous de la cuticule, tandis que leurs noyaux sont groupés au centre. Ces éléments glandulaires constituent presque à eux seuls la masse de ce petit organe : c'est à peine si parmi eux on note l'existence de quelques cellules fibrillaires.

» Les autres papilles sont fusiformes; elles accompagnent les soies et portent à leur extrémité plusieurs cils. Les éléments qui entrent dans leur constitution sont de deux sortes. À la base de ces appendices des téguments et sur leurs parois, on remarque quelques cellules à mucus; dans l'axe, au contraire, on voit des cellules fibrillaires, dont les noyaux également réunis au centre de l'organe y forment une tache opaque. Ces éléments se continuent par leurs prolongements basilaires avec les fibrilles des pédoncules. Ces papilles fusiformes accompagnent les soies; elles seules ont, sans doute, des fonctions tactiles.

» Jaquet, dans le travail cité plus haut, signale l'existence d'une tache pigmentaire pouvant servir à la vision. Mes coupes m'ont montré que le *Siphonostoma diplochætos* possède deux paires d'yeux véritables bien constitués. Ces yeux sont pourvus d'un corps réfringent, analogue au corps vitré de l'œil des Euniciens, et traversé, comme celui des Annélides, de stries rayonnantes. Ce corps réfringent est logé dans une cupule formée par l'association des cellules de la rétine fortement chargées de pigment. Ces cellules sensitives possèdent des prolongements basilaires également pigmentés, qui se mettent en rapport avec les cellules nerveuses du cerveau sur lequel les yeux sont implantés.

» Le *Siphonostoma diplochætos* est muni d'un organe qui a attiré l'attention de bien des zoologistes ; les uns l'ont considéré comme une glande indépendante du tube digestif, les autres comme une partie de l'appareil circulatoire; enfin Horst, en l'appelant dans sa Note *organe problématique,* a indiqué combien les zoologistes sont peu fixés sur sa structure et sur ses fonctions. La place me manque pour discuter les différentes opinions que je viens de rappeler : je me contenterai d'exposer ce que j'ai vu à ce sujet.

» Le tube digestif du Siphonostome, d'abord étroit et à trajet direct, se renfle bientôt pour former un sac stomacal réniforme. L'œsophage aborde cet estomac latéralement et, avant de se continuer pour former l'intestin, il envoie vers la région dorsale de l'animal un refoulement qui s'avance au-dessus de l'œsophage presque jusqu'à son origine. Après avoir donné naissance à ce cœcum, qui n'est autre chose que l'organe en question, le

tube digestif forme l'intestin proprement dit, qui comprend une région duodénale et une région terminale dépourvue de glandes. Le cœcum dorsal (organe problématique de Horst) est donc constitué par un refoulement de la muqueuse intestinale, et il possède, en effet, un revêtement de cellules semblables à celles de l'estomac. Mais, si l'on examine cet organe sur un animal vivant, on est frappé à la fois par sa couleur vert foncé et par ses mouvements rythmiques; cette double observation nous indique un organe vasculaire. Les coupes nous ont montré que cet aspect était dû à ce que les parois de l'organe en question sont transformées en un véritable sinus sanguin, qui est la suite du vaisseau dorsal du Siphonostome. »

ZOOLOGIE. — *Observations relatives à la Note récente de* M. Kœhler, *sur une nouvelle espèce de* Balanoglossus. Extrait d'une Lettre de M. G. **Pouchet** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Je prie l'Académie de me permettre, à propos de la Communication présentée dans la dernière séance par M. Kœhler, une rectification intéressante pour la faune du littoral océanique de France. Le *Balanoglossus*, si bien étudié par M. Kœhler, est peut-être le même que l'espèce recueillie autrefois par M. de Quatrefages, et trouvée, en 1879, à Frez-Hir (Finistère) par M. de Lacaze-Duthiers. C'est, à coup sûr, la même espèce que MM. de Guerne et Barrois ont rencontrée en abondance, en 1880, à l'île du Loch (archipel des Glenans) et qu'ils ont pu étudier vivante au laboratoire de Concarneau ([1]). Je signalerai, à cette occasion, une particularité qui paraît avoir échappé à M. Kœhler : c'est l'intensité phosphorescente de l'animal, qu'illumine une belle lueur verte, présentant des éclats à la moindre excitation. Ce même *Balanoglossus* est certainement l'une des deux formes que M. Giard distingue parmi les spécimens de l'île du Loch ([2]). Enfin c'est encore cette même espèce que M. Bateson, bien connu par ses recherches sur les Entéropneustes, est venu spécialement étudier à Concarneau où il la savait fréquente. J'ajouterai que tout dernièrement M. de Guerne l'a retrouvée dans les sables blancs de la baie de la Forêt, à 3^{km} de Concarneau. »

([1]) *Revue Scientifique*, 1er janvier 1881.
([2]) *Comptes rendus*, 21 août 1882.

MINÉRALOGIE. — *Sur les propriétés optiques de quelques minéraux fibreux et sur quelques espèces critiques.* Note de M. **A. Lacroix**, présentée par M. Fouqué.

« L'arséniosidérite se rencontre à Romanèche (Saône-et-Loire), en masses fibreuses, d'un beau jaune d'or. En examinant des lames très minces de ce minéral, qui devient alors transparent, j'ai pu voir en lumière polarisée qu'il est uniaxe et négatif. L'absence de forme géométrique ne permet pas de dire s'il est quadratique ou hexagonal. Les fibres sont aplaties suivant *p* et allongées suivant une arête *pm* : il existe des traces de clivage suivant *p*. Les sections parallèles à l'axe optique manifestent un pléochroïsme des plus nets ; on remarque le jaune verdâtre très pâle suivant la direction de l'axe optique et le brun rougeâtre dans la direction perpendiculaire. Il faut signaler en outre la présence de très nombreuses inclusions rouges d'oligiste, dont la quantité, variable avec les plages considérées, doit être une cause d'erreur par excès de sesquioxyde de fer dans les analyses qui ont été données de ce minéral.

» La wawellite est, on le sait, orthorhombique ; le plan des axes optiques est compris dans h^1 (010), la bissectrice est positive et perpendiculaire à *p* (001). Les cristaux sont rares ; ce minéral se présente le plus souvent en sphérolithes ou en masses fibreuses allongées suivant l'arête $h^1 g^1$ (010), (100) ; l'allongement est donc toujours de signe positif. La biréfringence maximum mesurée dans des sections parallèles au plan des axes optiques est de 0,0279.

» La variscite de l'Arkansas et la planérite de Gumeschewsk (Oural) sont des phosphates hydratés d'alumine, de composition voisine de celle de la wawellite. Leurs propriétés optiques sont celles que nous venons de passer en revue pour cette dernière espèce : elles n'en diffèrent que par leur biréfringence, qui est de 0,0191 pour la variscite et de 0,0095 environ pour la planérite. On voit qu'il existe une grande différence entre la biréfringence de cette dernière espèce et celle de la wawellite, à laquelle elle ne doit pas être réunie. Les sphérolithes de planérite sont constitués par des plages arborisées à extinctions très irrégulières.

» La davreuxite, décrite comme étant un silicate hydraté d'alumine, de manganèse, et de magnésie, possède toutes les propriétés optiques d'un mica. Sa biréfringence maximum est de 0,0339. Ce minéral est biaxe, sa

bissectrice est négative. Il se présente en petites paillettes étirées intimement, mélangées à de petits grains de quartz dans les veines quartzeuses des schistes d'Ottré (Belgique).

» L'anthophyllite hydratée du Glen Urquhart (Écosse) n'est pas une substance homogène : elle est constituée par un minéral monoclinique en grandes aiguilles allongées suivant l'arête h^1 g^1 (100) (010); elle possède deux clivages *m* (110) se coupant sous un angle de 124° environ. Le plan des axes optiques est compris dans g^1 (100); la bissectrice est négative et fait un angle de 15° environ avec une normale à h^1 (100). Sa biréfringence maximum est de 0,0275. Toutes ces propriétés optiques sont celles de l'amphibole (actinote). L'intervalle laissé libre entre ces fibres d'amphibole est rempli par un minéral d'un vert très clair, possédant deux axes optiques rapprochés autour d'une bissectrice positive perpendiculaire à son allongement; sa biréfringence est voisine de 0,009 : cette substance appartient au groupe des chlorites.

» L'hydrotéphroïte de Langlan (Suède) doit être également rayée de la nomenclature minéralogique, car ce n'est qu'un mélange en proportions variables d'au moins trois substances. Le fond de la masse apparaît comme formé par un corps incolore, possédant deux axes très écartés; sa biréfringence est assez grande. L'absence de forme, de clivages et surtout le peu d'abondance de ce minéral dans les échantillons que j'ai eus à ma disposition ne m'ont pas permis d'établir l'identité probable de ce corps avec la téphroïte. Du reste, elle ne constitue qu'une très faible partie de la masse formée presque entièrement par des produits manganésiens de décomposition, soit bruns et translucides, soit complètement opaques. On y trouve aussi de petits nids de serpentine colloïde et un autre produit secondaire de propriétés optiques voisines de celles de la chlorite signalée plus haut dans l'anthophyllite hydratée. Il est probable que le produit appelé *hydrotéphroïte* est dû à la décomposition de la téphroïte ou d'un autre silicate de manganèse; on peut donc s'attendre à lui trouver des compositions très variables suivant le degré plus ou moins avancé de la décomposition : il ne peut par suite être considéré comme une espèce définie. »

M. G. Trouvé, à propos d'une Communication récente de M. *Boisseau du Rocher* sur l'électro-mégaloscopie, rappelle les résultats obtenus par la méthode d'électro-polyscopie, dont il est l'auteur, et qui est destinée à l'exploration des cavités du corps humain. (Transmis par M. Larrey.)

M. **Rousselle** adresse la description et le dessin d'un nouveau système de *bec-de-cane*.

A 4 heures l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Physique, par l'organe de son Doyen, M. Fizeau, présente la liste suivante de candidats à la place devenue vacante dans son sein, par suite du décès de M. *Desains* :

En première ligne.	M. **Lippmann**.
En deuxième ligne (ex æquo) *et par ordre alphabétique*. . .	M. **H. Becquerel**. M. **F. Lucas**. M. **Le Roux**.
En troisième ligne (ex æquo) *et par ordre alphabétique*. . .	M. **Bouty**. M. **Mercadier**. M. **Violle**.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 18 janvier 1886.

Paléontologie française, ou description des fossiles de la France; 1re série : *Animaux invertébrés;* livr. 2 : *Terrains tertiaires, Éocène, Échinides*, t. I; *par* M. Cotteau. Paris, G. Masson, 1886; in-8°. (Présenté par M. Hébert.)

Rapport adressé à M. le Ministre de l'Agriculture sur les expériences entreprises en Bourgogne pendant l'année 1885 *dans le but de trouver un moyen*

pratique et efficace pour combattre le mildew; par L. MAGNIEN. Dijon, imp. F. Carré, 1886; br. in-8°.

Credo scientifique sur l'origine de la pesanteur et des forces; par C. GILLET. Saverne, sans date; opuscule in-8°. (Deux exemplaires.)

Microphotographie. La Photographie appliquée aux études d'anatomie microscopique; par H. VIALLANES. Paris, Gauthier-Villars, 1886; in-12. (Présenté par M. A. Milne-Edwards.)

Le choléra-morbus asiatique, épidémique ou voyageur. Ses spécifiques; par le Dr MESTRE. Bone, imp. Lecore-Carpentier, 1884; in-8°. (Renvoi au concours Bréant.)

Annuaire de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique, 1886. Bruxelles, imp. Hayez, 1886; in-12.

Archives slaves de biologie, dirigées par MM. M. MENDELSSOHN et P. RICHET; t. I, fascicule 1. Paris, 111, boulevard Saint-Germain, 1886; in-8°.

Cartes commerciales; par F. BIANCHONI. — *Royaume de Serbie. — République orientale de l'Uruguay. — Province de Thrace. — Province d'Albanie et d'Épire. — Province de Macédoine.* Paris, impr. Chaix, 1885; 5 vol. in-4°. (Présenté par M. le colonel Perrier.)

Geology chemical, physical and stratigraphical; by J. PRESTWICH; vol. I: *Chemical and physical.* Oxford, Clarendon, 1886; in-8° relié.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 8 FÉVRIER 1886.

PRÉSIDENCE DE M. JURIEN DE LA GRAVIÈRE.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Paul Bert**, Président de la Commission du monument élevé à la mémoire de Claude Bernard, rend compte de la cérémonie d'inauguration qui a eu lieu le dimanche 4 février. La statue de bronze, due à M. Guillaume, membre de l'Institut, est élevée en face du Collège de France.

Voici les discours prononcés à cette cérémonie par nos Confrères MM. Paul Bert, Berthelot et Fremy, et par M. Chauveau, Correspondant de l'Académie.

Discours de M. Paul Bert.

« Au nom de la Commission d'organisation du monument que nous inaugurons aujourd'hui, je remercie tous ceux qui ont pris part à la souscription, tous ceux qui nous ont donné leur appui, la presse scientifique

et politique, le Ministère de l'Instruction publique, le Conseil municipal de Paris, les corps savants de Paris, de France et de l'étranger, qui nous ont honorés de leur concours.

» Je vous remercie également, vous tous qui êtes venus assister à cette cérémonie. Elle est tardive, sans doute, et cela pour des raisons sur lesquelles notre volonté ne pouvait rien; mais cette longue attente se termine à la plus grande gloire de notre illustre maître. Combien de statues au pied desquelles, après huit années écoulées, la foule passe indifférente, oublieuse d'une renommée éphémère! Aujourd'hui, au contraire, après huit années, la statue de Claude Bernard se dresse au milieu des témoignages d'une admiration qui n'a fait que grandir, car elle est justifiée par la solidité non moins que par le nombre et l'éclat des découvertes. Le maître n'est plus; la critique de ses rivaux, celle de ses élèves même a pu s'exercer en pleine liberté. Or, aucun de ses travaux n'a été entamé; son œuvre reste entière, intacte et debout; à peine a-t-on pu sur quelques points la pousser un peu plus avant. Il semble qu'elles soient toutes jeunes et nouvelles ces découvertes; il me semble que leur immortel auteur ne soit mort que d'hier!

» Il semble aussi à ceux qui l'ont tant aimé qu'il n'est mort que d'hier! Je revois, comme vivante encore, sa grave et douce physionomie, avec son bon et indulgent sourire. L'œuvre du grand artiste, cette statue que nous inaugurons aide à cette illusion pieuse.

» Car c'est bien là Claude Bernard tel que je l'ai vu si souvent! Au milieu d'une expérience, un fait nouveau l'a frappé! Il s'arrête, il réfléchit un instant : que vaut cette inconnue? Est-ce un incident sans importance, explicable par les données acquises de la Science? Ou bien est-ce le résultat d'une condition ignorée derrière laquelle la sagacité du maître entrevoit déjà la découverte? C'est cet instant d'étonnement fécond qu'a admirablement saisi M. Guillaume. Oui, c'est bien là Claude Bernard!

» Et il est bien là en sa place, sur cet escalier que tant de fois j'ai descendu à ses côtés, et dont il me disait un jour : « Certainement on ne l'a ainsi bâti que pour y mettre une statue! » Oui, bien en sa place, sortant de ce laboratoire du Collège de France où il avait passé, risqué, sacrifié sa vie, où étaient nées ses plus grandes découvertes, regardant cette maison où s'écoulèrent ses derniers jours. Oui, bien en sa place, à côté de cette Sorbonne où l'on créa pour lui la première chaire de Physiologie des Facultés des Sciences, au bord de cette rue des Écoles qui commence à la Faculté de Médecine et finit au Muséum, deux grandes maisons pleines de sa gloire. Toute la vie de Claude Bernard s'est passée dans cet étroit

espace. C'est là que jaillissait cette étincelle dont le rayonnement éclairait le monde savant.

» Je me sens par ces souvenirs, par la vue de cette statue vivante, profondément ému. Combien de fois, à cette place même, le maître m'a aidé de ses encouragements, de ses conseils; plus heureux sans doute et peut-être plus utile à ma Patrie si je les avais toujours suivis!

» Mais je m'arrête, et laisse à d'illustres Confrères le soin de parler dignement du grand mort. Et comme il y a huit ans, maître, je te salue et je te dis adieu; mais, cette fois, ce n'est pas toi qui pars! Dans ces régions lointaines où le devoir me conduit, ton souvenir sera vivant pour moi, car là-bas comme ici je serai ton élève, m'inspirant de ta méthode précise, prudente, docile aux faits et aux conditions, la méthode scientifique, la méthode expérimentale. »

Discours de M. Berthelot.

« Messieurs,

» C'est au nom du Collège de France que je viens saluer cette statue, souvenir durable du savant que nous avons perdu. Le Collège de France s'honore aujourd'hui de Claude Bernard, et cela est juste; car Claude Bernard a tenu, toute sa vie, à honneur d'appartenir à cette grande corporation scientifique, témoignage de la largeur de vue des hommes du xvi[e] siècle, et qui se trouve encore aujourd'hui, après trois cent cinquante ans, fidèle à l'idée de ses fondateurs, et toujours favorable à l'esprit d'initiative et d'invention dans la recherche de la vérité.

» C'est ici que Bernard a débuté; c'est dans ces bâtiments qu'il a travaillé pendant un tiers de siècle, grandissant sans cesse en intelligence et en réputation : c'est à côté de nous qu'il est mort.

» C'est ici que l'exemple immortel de ses découvertes forme encore, comme de son vivant, et continuera longtemps à former de nouvelles générations de jeunes savants s'appuyant sur sa tradition magistrale, en attendant qu'ils en fondent une à leur tour. Le nom de Bernard et celui du Collège de France sont liés d'une manière indissoluble dans la reconnaissance publique et dans la gloire nationale. C'est donc à bon droit que cette statue est érigée ici, à l'entrée même du Collège de France, pour perpétuer la mémoire de l'un de nos savants les plus illustres. J'ajouterai qu'elle est due à un membre du Collège, non moins célèbre comme professeur que comme

artiste. Monsieur Guillaume, c'est un plaisir et un honneur pour moi de vous remercier de votre œuvre, au nom de mes Collègues et au nom de la Science française.

» Permettez-moi, messieurs, de vous raconter les liens qui ont rattaché toute la vie scientifique de Bernard au Collège de France; c'est le devoir qui m'est échu dans cette cérémonie : devoir cher et douloureux pour moi, car il me rappelle à la fois la longue amitié qui nous unit pendant trente années et les heures cruelles de la séparation finale. Je l'ai connu, ce grand homme, assez longtemps et d'assez près pour vous parler seulement de ce que j'ai vu de mes yeux et entendu moi-même : c'est un témoin de sa vie qui s'exprime devant vous.

» En 1841, Claude Bernard débuta au Collège de France, comme préparateur de Magendie, l'un des promoteurs de la méthode expérimentale en Physiologie et en Médecine : maître célèbre autrefois et que son élève devait éclipser. Ce fut, en effet, sous les auspices de Magendie que Bernard se forma d'abord, dans ces humbles et méritoires fonctions de préparateur, si propices aux jeunes gens qui savent profiter des ressources à la fois matérielles et morales que l'on trouve dans le laboratoire d'un maître autorisé. C'est là aussi que notre Confrère et ami, M. Bert, qu'il me permette de le lui rappeler, a débuté et qu'il a pris ce vol qui l'a porté des régions sereines de la Science, où il a laissé sa forte empreinte, jusqu'à celles de la politique et de la direction de l'empire colonial de la France en Orient, où nous le suivrons tous avec tant d'espérance et de sympathie.

» Je connus Claude Bernard à ses débuts, vers 1848, au moment où il exécutait ses recherches sur les fonctions du pancréas, qui lui valurent l'année suivante le grand Prix de Physiologie expérimentale, et au moment même où il entreprenait ses premiers essais sur la fonction glycogénique du foie. C'était à titre de chimiste que les services d'un jeune étudiant étaient réclamés par un homme déjà connu par plus d'une découverte. Son zèle sincère pour la Science, son absence absolue de charlatanisme, l'esprit de curiosité toujours éveillé et la méthode certaine qu'il portait dans ses inventions m'attirèrent tout d'abord vers lui; sa bonhomie et son affabilité achevèrent de m'attacher, par les liens d'une amitié qui devait aller se resserrant toujours, et d'une sympathie favorisée par les circonstances. En effet, je ne tardai pas à le connaître de plus près encore, devenu son collègue, d'abord comme préparateur du Cours de Chimie et bientôt comme Membre de la Société de Biologie.

» La Société de Biologie a droit de figurer à cette solennité :

» Non seulement parce qu'elle a pris l'initiative de la souscription publique pour la statue que nous avons devant nous, et parce que Bernard a été son second président perpétuel, mais surtout parce que c'est devant elle que Bernard a exposé d'abord le détail et le cours successif de ses grandes découvertes.

» La Société de Biologie, fondée sous l'impulsion de l'esprit positif, est demeurée fidèle à l'esprit profond de son règlement, rédigé autrefois par Ch. Robin. Elle a été, dès son origine, et elle est restée un centre puissant d'initiative scientifique, plus vivant et plus libre que les académies. Elle était peuplée alors de jeunes gens qui s'appelaient : Robin, Broca, Charcot, Verneuil, Laboulbène, Vulpian, Sappey, Brown-Séquard, Rouget, P. Lorain et bien d'autres amis que j'oublie, les uns vivants et présents ici, les autres disparus. Sous la présidence amicale de Rayer, avec la vive sympathie et le franc abandon de la jeunesse, nous y échangions nos idées, en nous communiquant les uns aux autres l'élan et l'esprit d'initiative. Mais Claude Bernard était l'étoile et le favori de la Société.

» Ces découvertes qu'il présentait ainsi librement et au fur et à mesure de leur accomplissement dans le petit cénacle de la Société de Biologie, il les avait exécutées d'abord dans son laboratoire du Collège de France, et il ne tardait guère à en reproduire l'exposition avec plus d'ampleur et de certitude dans l'enceinte de nos amphithéâtres.

» Voilà le milieu où il a fait et publié ses recherches, à la fois physiologiques et chimiques, sur les fonctions du pancréas, sur la glycogénèse animale, sur les mécanismes qui président à l'action des poisons et des médicaments actifs : alcalis végétaux, curare, oxyde de carbone, chloroforme; sur les actions du système nerveux qui règlent la circulation et les sécrétions; c'est ici qu'il montrait comment les lois des phénomènes physiologiques normaux sont en même temps celles des phénomènes pathologiques et, par conséquent, celles de la Médecine elle-même.

» Mais je m'arrête, je n'ai pas l'intention de retracer le tableau des travaux qui en ont fait le grand maître de la Physiologie contemporaine.

» Il professa pour la première fois dans cette enceinte, en 1847, comme suppléant de Magendie. Après la mort de Magendie, il fut nommé, en 1855, titulaire du Cours de Médecine, devenu par son enseignement un Cours de Physiologie expérimentale. C'était là qu'il fallait le voir et l'entendre, parlant d'inspiration, exposant la découverte nouvelle qu'il pressentait et dont son auditoire avait les prémices. Cette parole interrompue,

cette éclosion pour ainsi dire spontanée de la conception de l'inventeur, sous les yeux et avec l'incitation morale et le concours de l'auditeur, naissait de l'expérience même que Bernard reproduisait devant le public : c'était dans les organes de l'animal ouvert devant lui qu'il trouvait de soudaines illuminations.

» Rien de moins oratoire que ses Leçons, et cependant rien de plus saisissant pour l'auditeur, rien de plus fructueux pour l'élève que cet exemple pour ainsi dire incessant, cette démonstration par le fait de la méthode par laquelle on fait les découvertes. Elle était particulièrement à sa place au Collège de France. Peut-être eût-elle été moins heureuse dans une autre enceinte : à la Faculté des Sciences, par exemple, où l'enseignement des Sciences présente, par sa destination même, un caractère plus ferme et plus dogmatique. Aussi Claude Bernard ne s'y trouvait-il pas complètement à l'aise, même dans la chaire créée pour lui en 1854, et qu'il remplit pendant quatorze ans. C'était surtout dans notre vieil amphithéâtre, ou mieux encore dans ce laboratoire informe, mal éclairé, mal ventilé, mal organisé de toutes façons, mais où il avait débuté comme préparateur et passé sa vie de savant : c'était là que Claude Bernard se sentait vraiment chez lui ; c'est parmi nous qu'il faisait de préférence ses grandes découvertes. C'est là qu'il forma ses élèves, Ranvier, notre collègue ; Dastre, qui professe à la Sorbonne ; Gréhant, d'Arsonval et tant d'autres, qui maintiennent sa tradition dans la Science ; A. Moreau, animé pour Bernard d'une si tendre affection, et à qui cette solennité eût été si touchante : lui aussi, nous pleurons son souvenir ; enfin, le plus grand de tous, Paul Bert, qui nous a aussi appartenu pendant les années de sa jeunesse.

» Ici Claude Bernard a vécu, triomphant par son génie de toutes les difficultés matérielles d'une organisation imparfaite : c'est aussi, hélas ! dans nos laboratoires qu'il a contracté le germe de la maladie qui l'a emporté. On a parlé bien souvent déjà de cette cave insalubre, dans laquelle il travailla quarante ans, et pourtant elle subsiste encore ; elle a dévoré Bernard, et puisse-t-elle ne pas dévorer aussi ses successeurs ! Cependant la République a pris en main la cause de la Science, si longtemps repoussée de nos budgets comme un accessoire inutile ou gênant.

» La reconstruction de nos grands laboratoires a été décidée en principe. La Faculté de Médecine est aux trois quarts faite. La Sorbonne commence à s'élever. Après une longue attente, sous la pression de l'opinion, les pouvoirs publics ont inscrit parmi leurs dépenses celle de la re-

construction du Collège de France. Si quelques difficultés administratives la retardent encore, nous comptons sur l'esprit éclairé et bienveillant du Ministre de l'Instruction publique pour les écarter.

» Alors enfin, la France possédera des instituts scientifiques comparables à ceux qui font l'orgueil de ses voisins. Elle regagnera un arriéré de trente ans dans l'ordre des bâtiments et des outils de l'enseignement et de la Science, et elle reprendra ainsi une place que ses professeurs n'ont certes pas perdue dans l'ordre des découvertes, mais où leurs efforts pour communiquer la Science aux nouvelles générations sont trop souvent paralysés par l'insuffisance de l'organisation matérielle. Ce moment est encore loin de nous : c'est la terre promise. Les jeunes gens qui m'entourent la verront, et j'ai le ferme espoir qu'ils sauront la conquérir et l'exploiter. Quant à nous, sur le déclin de la vie, nous pouvons tout au plus nourrir l'espérance d'y aborder. Claude Bernard, comme Moïse, est mort sans avoir pu y pénétrer!

» Mais, du moins, son image se dressera toujours devant cet édifice. Si sa parole, si son action, si son impulsion personnelle nous font défaut, du moins sa figure, toujours présente, rappellera le souvenir de cet homme qui fut si grand et qui maintint si haut l'honneur scientifique du Collège de France. Elle rappellera que de notre temps les savants français n'ont pas cessé de soutenir la haute tradition de leurs prédécesseurs, de concourir pour leur part à l'agrandissement du domaine commun de l'humanité; qu'ils ont su, presque sans armes et sans ressources, combattre et vaincre dans les champs de l'esprit et soutenir la gloire de la patrie française. »

Discours de M. Fremy,

directeur du muséum.

« La statue de Claude Bernard est à sa place, comme l'a dit avec tant de raison M. Paul Bert, devant ce laboratoire du Collège de France où les travaux de notre grand physiologiste ont été exécutés; elle a sa place aussi dans cette rue des Écoles qui restera toujours la plus belle de Paris, parce qu'elle conduit notre jeunesse studieuse aux établissements qui la forment et l'instruisent, tels que l'École de Médecine, le Collège de France et le Muséum d'Histoire naturelle.

» Je n'ai pas la pensée d'ajouter une parole à celles que vous venez

d'entendre, et qui ont apprécié avec tant d'autorité et d'éloquence les grandes découvertes de Claude Bernard.

» Je veux seulement rappeler, au nom du Muséum d'Histoire naturelle, que Claude Bernard est venu instituer dans notre Établissement un Cours original et profond dans lequel il traitait des applications générales de la Physiologie à l'histoire des plantes et à celle des animaux.

» La mort a interrompu cet enseignement qui devait exercer une si grande influence sur le développement des Sciences naturelles : mais la voie nouvelle et féconde a été ouverte par Claude Bernard; elle sera suivie glorieusement, je n'en doute pas, par les élèves qu'il a formés.

» Claude Bernard a donc laissé dans l'enseignement du Muséum une empreinte durable.

» Nous l'avons placé depuis longtemps sur la liste d'honneur qui rappelle les noms des savants qui ont illustré notre Établissement.

» Lorsque nous élèverons, à une date prochaine, je l'espère, des statues à nos grands naturalistes, nous aussi, nous voudrons, comme le Collège de France, avoir notre statue de Claude Bernard. »

Discours de M. Chauveau.

Messieurs,

« La Commission exécutive du monument que nous inaugurons n'a pas oublié, dans ses invitations, le petit point du sol français d'où est sorti Cl. Bernard. Elle a été pieusement inspirée en conviant les Lyonnais à l'honneur de prendre part à cette glorification de leur illustre compatriote. Les liens les plus étroits, en effet, l'ont toujours rattaché à son pays natal, à cette terre lyonnaise, fière d'avoir donné à la France ce glorieux enfant, fière aussi de s'être sentie aimée par lui à l'égal d'une mère qui aurait enveloppé son berceau des meilleures caresses.

» Son pays natal! Cl. Bernard n'en connaissait pas de plus beau. Il y venait régulièrement chaque année se reposer de ses fatigues et prendre de nouvelles forces pour les prochains labeurs. Le calme et le grand air des campagnes accidentées du Lyonnais et du Beaujolais étaient aussi favorables à la vigueur de son esprit qu'à celle de sa robuste constitution. Quand une longue et douloureuse maladie vint, un jour, le forcer de suspendre tout travail, c'est là qu'il a voulu attendre sa guérison : attente bien longue et bien cruelle, car l'art impuissant ne pouvait hâter l'œuvre salutaire de la

nature. Mais Cl. Bernard avait confiance dans l'air natal, et sa confiance ne fut pas trompée.

» Aussi, quel amour pour ce petit coin perdu, où il était venu au monde à côté du pressoir du vigneron! Comme il était heureux de redevenir vigneron lui-même, un vrai vigneron passionné de sa vigne, dont il était bien difficile de l'éloigner! Aux portes de la grande ville où vivaient bon nombre de ses élèves les plus affectionnés, Cl. Bernard se décidait rarement, en effet, à en franchir le seuil. Mais eux connaissaient le chemin de son ermitage. Quelle fête de faire le pèlerinage de Saint-Julien! Du jardin, l'œil embrassait un vaste et magnifique panorama couvert de riches vignobles : Cl. Bernard aimait à en faire les honneurs à ses hôtes. Ce qu'il ne disait pas, et que nous savions tous, c'est qu'il n'aurait pu montrer le moindre pli de terrain abritant une habitation où il ne comptât des amis et des admirateurs, à la fois enorgueillis et charmés de l'avoir pour voisin de campagne.

» Le savant était laissé à Paris par Cl. Bernard. C'est le campagnard qu'on trouvait seulement à Saint-Julien; c'est lui seul qui vous y recevait avec sa grande belle figure épanouie, sa charmante bonne humeur, sa cordiale bonhomie, et toujours aussi son inépuisable complaisance. S'il fuyait alors l'occasion de parler ou d'entendre parler de ses travaux, il n'était pas indifférent à ceux des autres, et on l'a vu plus d'une fois, tout en circulant autour des cuves et du pressoir, ouvrir les trésors de sa vaste intelligence aux jeunes gens qui venaient lui demander des conseils.

» Ne soyez pas trop dédaigneux, messieurs, du point de vue sous lequel ces détails font apparaître le héros de cette grande fête. Il a bien son importance : Saint-Julien, qui a produit Cl. Bernard, se pique encore de l'avoir conservé. La prétention n'est pas sans quelque fondement. Peut-être que la belle carrière, prématurément terminée, de notre grand physiologiste eût été arrêtée plus tôt encore, s'il n'eût été invinciblement invité, par le charme du pays natal, à vivre, plusieurs mois chaque année, dans la quiétude réparatrice de la vie villageoise.

» Qui pouvait prévoir la brillante destinée du jeune Cl. Bernard, quand il quitta Saint-Julien, pour venir faire à Lyon son premier apprentissage de la vie? Cette histoire de ses débuts a été racontée bien souvent. Il la redisait lui-même, pour la dernière fois sans doute, dans la visite qu'il fit à Lyon peu de temps avant sa mort. La voiture qui l'amenait en ville le fit passer, en traversant un faubourg, devant l'officine où il entrait jadis comme élève pharmacien : cette officine était encore à la même place et

sous l'invocation du même nom patronymique. Alors les souvenirs des jeunes années lui revinrent en foule à la mémoire et s'épanchèrent dans les oreilles avides de ceux qui l'entouraient; avec quelle abondance, quelle chaleur communicative, quel joyeux enjouement, mêlé d'une teinte de tristesse voilée! Charmants fantômes de la vingtième année! Le pauvre cher grand homme, arrivé au faîte des honneurs, montrait bien que le plaisir avec lequel on vous évoque ne va pas sans une certaine mélancolie! C'est qu'à vingt ans on ne rêve pas seulement de gloire, mais de bonheur aussi; et combien, comme Bernard, n'obtiennent pas toute la part à laquelle ils ont légitimement droit!

» Cl. Bernard n'était pas né pour la Pharmacie. L'horoscope en fut tiré par son patron, qui engagea le père du jeune élève, transplanté à Paris, à essayer pour lui de la Médecine. On sait ce qu'il en advint. Celle-ci faillit ne lui être guère plus propice que la Pharmacie. Cl. Bernard échoua, en effet, dans ses tentatives pour entrer dans l'enseignement médical proprement dit. Il se résigna alors à rester l'aide de son maître Magendie et à se préparer ainsi à devenir un grand Français, une des gloires de son pays, le savant hors ligne auquel ses contemporains élèvent aujourd'hui une statue sur le théâtre même de ses grands travaux et de ses belles découvertes.

» Il ne m'appartient pas de louer l'œuvre de Cl. Bernard, surtout après les paroles éloquentes que vous venez d'entendre tout à l'heure. Aussi bien, la ville de Lyon a-t-elle le devoir de réserver son panégyrique pour une autre occasion. Très prochainement un second exemplaire de ce beau monument s'élèvera dans le principal palais de l'Université lyonnaise. Les soins pieux de ses concitoyens reconnaissants ont préparé ce témoignage d'admiration à l'illustre enfant du Lyonnais.

» C'est dans la cour d'honneur de la Faculté de Médecine que Lyon mettra la statue de Cl. Bernard sur son piédestal. Elle y sera aussi bien placée que celle-ci l'est devant le Collège de France. Le monument élevé à l'entrée du temple consacré au culte de la Science pure dira aux générations futures que Cl. Bernard a été l'un de ses plus fervents adeptes, l'un de ces grands remueurs d'idées générales, les vrais éducateurs des générations intelligentes, les grands promoteurs du progrès de la pensée humaine. L'autre monument rappellera au monde médical que les découvertes de Cl. Bernard dans le domaine de la Science générale ont été fécondes en applications pratiques; que tous ses travaux sur la physiologie du pancréas, du foie, des nerfs vaso-moteurs, etc., etc., n'ont pas été inspirés seulement par le désir d'ennoblir et d'enrichir les connaissances biologiques, mais

encore par la certitude d'exercer une influence considérable sur l'art de connaître et de guérir les maladies. A l'encontre de Magendie, Cl. Bernard était loin d'être un sceptique. Il avait foi dans la Médecine et surtout dans la Médecine expérimentale, l'incomparable instrument qu'il a employé avec tant de succès et dont il a su indiquer si magistralement la valeur et le mécanisme. Sa foi ne connaissait pas d'obstacles et s'irritait de ceux que la pratique médicale se résout, trop facilement peut-être, à déclarer infranchissables, comme pour propager systématiquement dans l'avenir le découragement causé par l'impuissance du temps présent.

» L'école lyonnaise a toujours été fidèle aux enseignements du Maître. Aussi a-t-elle eu Claude Bernard pour parrain quand elle a pris une vie nouvelle en devenant Faculté de Médecine. Elle a conscience d'avoir mérité cet honneur et acquis le droit d'en perpétuer le souvenir. Se croirat-elle quitte envers celui qui l'a couverte d'un si glorieux patronage quand elle aura placé sa statue, comme un palladium vénéré, au milieu de son enceinte? Non, Messieurs, notre hommage ne se traduira pas seulement par cette reproduction d'une froide image. Au fond du cœur, nous conserverons religieusement le culte du grand homme qu'elle représente, et nous propagerons ce culte parmi ceux que nous avons mission d'instruire. Les méthodes du Maître, ses principes continueront à inspirer notre enseignement et nos travaux. C'est bien là l'hommage vivant et agissant, sans cesse renouvelé, qui convient à la mémoire de Cl. Bernard. La statue que nous lui élevons n'en est que le symbole matériel, chargé de rappeler à nos arrière-neveux qu'eux aussi ont à suivre la trace du grand physiologiste dont la gloire, universellement reconnue dans le monde, fait tant d'honneur à la France et à l'esprit français. »

M. Paul Bert prononce les paroles suivantes :

« Je viens prier l'Académie de vouloir bien m'accorder un congé dont je ne puis exactement indiquer la durée.

» Le Gouvernement de la République me faisant ce suprême honneur de remettre entre mes mains, dans les lointaines régions d'Indo-Chine, les intérêts de la Patrie, m'a confié une tâche dont je comprends toutes les difficultés. L'Académie me permettra de lui dire que je compte, pour les résoudre, à la fois sur la puissance de la méthode scientifique dont s'inspirent ses travaux, et aussi sur l'autorité que me donnera, auprès de ces

peuples si respectueux des lettrés, l'honneur qu'elle m'a fait en m'appelant au nombre de ses membres.

» Aussitôt que l'œuvre primordiale de pacification et d'organisation sera sinon terminée, du moins en bonne voie, j'espère que les jeunes savants d'Occident tiendront à honneur de venir faire apprécier la supériorité de notre science par les lettrés de l'Extrême-Orient. Je compte sur eux pour augmenter notre influence morale, et aussi pour faire mieux connaître ce pays, sur beaucoup de points inexplorés, pour en signaler les richesses, pour se faire les introducteurs et les guides des grandes industries européennes. Ils serviront ainsi à la fois et la Science et la France : tâche enviable entre toutes.

» J'aurai sans nul doute recours à ce moment aux conseils et à l'appui de l'Académie. Je pense qu'elle ne les refusera pas à l'un de ses membres éloigné momentanément d'elle par un devoir supérieur ; et la bienveillance à laquelle m'ont habitué mes savants Confrères me permet d'espérer qu'ils accueilleront avec un sentiment d'affectueuse satisfaction cette preuve que la plus difficile partie de ma tâche sera accomplie.

» La longueur du voyage, la durée, les périls de l'entreprise, autorisent presque à prendre le langage des adieux. J'en profite pour exprimer à l'Académie prise dans son ensemble, et à chacun de mes maîtres et amis, ma gratitude et mon respect. De tous mes titres d'Occident je n'en garde là-bas qu'un seul : Membre de l'Institut de France. »

SOLENNITÉS SCIENTIFIQUES. — *Sur la célébration du centenaire de la naissance d'Arago, le 26 février prochain.* Note de M. **Mouchez.**

« Une réunion d'hommes appartenant aux Sciences, aux Lettres et à la Politique a décidé, avec l'adhésion de toutes les personnes auxquelles elle s'était adressée, de célébrer le centenaire de la naissance d'Arago, le 26 février prochain, et a nommé le Directeur de l'Observatoire président du Comité d'organisation.

» Le Comité a pensé que cette célébration pourrait consister en une cérémonie publique où, en présence des diverses députations, serait couronné le buste d'Arago devant la grille sud de l'Observatoire, sur le boulevard Arago, à l'endroit même où on élèverait une statue monumentale par souscription nationale.

» En outre, le soir, à l'Hôtel de Ville, aurait lieu un banquet par souscription, auquel seraient invités les membres de la famille Arago.

» Nous avons déjà reçu l'acceptation du chef de famille, M. Em. Arago, ambassadeur de France en Suisse.

» En portant ces faits à la connaissance de l'Académie, le Comité espère qu'elle voudra bien prendre part, de la manière qu'elle jugera le plus convenable, à la glorification d'un de ses plus illustres membres, qui, en qualité de Secrétaire perpétuel, a dirigé ses travaux avec tant d'éclat pendant plus d'un quart de siècle et a été, comme savant et citoyen, une des gloires les plus pures de la France (1). »

ASTRONOMIE. — *Photographie céleste*. Note de **M. Mouchez.**

« J'ai eu l'honneur de mettre dernièrement sous les yeux de l'Académie diverses épreuves de photographies stellaires, faites à l'observatoire de Paris, et entre autres, la photographie de la nébuleuse près de l'étoile Maia des Pléiades, qui n'avait jamais été vue encore avec les meilleures lunettes. J'ai reçu hier un télégramme de Poulkova par lequel son illustre directeur, M. Struve, m'annonce qu'il vient de voir distinctement cette nébuleuse avec le nouveau grand équatorial de $0^{m},80$ récemment établi dans cet observatoire.

» Je suis heureux, en outre, d'annoncer à l'Académie que M. Struve vient de m'écrire une lettre en réponse à l'envoi d'un cliché d'étoiles sur verre, tel qu'il est sorti de la chambre noire; il reconnaît la très haute importance des résultats acquis. Je ne crois pas commettre d'indiscrétion en reproduisant le passage suivant de cette lettre :

« ... Ces deux clichés, et particulièrement celui sur verre, ont mis tout l'observatoire de Pulkova en extase, et vous trouverez ici les partisans les plus enthousiastes pour votre idée d'un levé du Ciel par la photographie.

» Je suis parfaitement d'accord avec votre intention de réunir à Paris les directeurs des observatoires principaux ou de leurs représentants pour discuter le plan de ce travail important, et je tâcherai de prendre part moi-même à cette réunion. A cet effet, il serait peut-être utile de donner à l'invitation un caractère un peu officiel, par exemple, d'Académie à Académie. Dans la séance prochaine de l'Académie de Saint-

(1) La liste des souscriptions pour le banquet restera ouverte au secrétariat de l'Académie jusqu'au 16 de ce mois.

Pétersbourg, je lui ferai un rapport préalable sur les progrès éminents réalisés chez vous en photographie céleste .... »

» Nous sommes vivement reconnaissant de cette haute approbation, d'un des plus éminents astronomes de cette époque : elle a une grande valeur pour l'observatoire de Paris et pour la réalisation du projet qu'il a proposé.

» L'Académie apprendra également avec plaisir que S. M. dom Pedro, toujours si dévoué, si généreux pour tout ce qui intéresse le progrès des sciences, a chargé M. Cruls, directeur de l'observatoire de Rio de Janeiro, de se préparer à faire construire, pour coopérer au levé de la carte du Ciel, un appareil photographique semblable au nôtre, dont il acquittera les frais sur sa cassette particulière. »

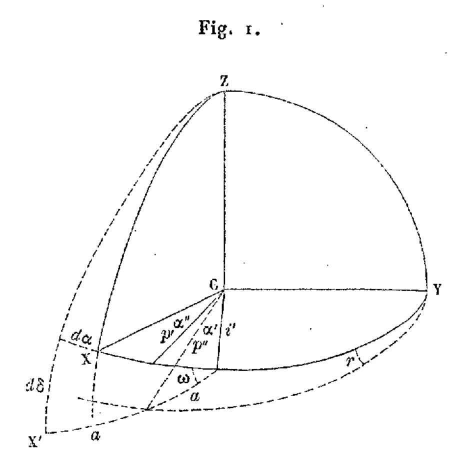
ASTRONOMIE. — *Détermination des éléments de la réfraction;* par M. Lœwy.

« Le principe de la détermination de la constante de la réfraction repose donc sur cette propriété géométrique, que la projection de la distance des deux images sur la trace du plan de réflexion reste invariable et toujours égale à la distance $r'\rho'$ relative à l'époque où les deux astres et leurs deux images réfléchies se trouvent compris dans un même plan. Nous allons d'abord démontrer que, malgré tous les mouvements rotatoires du double miroir, cette condition fondamentale se trouve toujours remplie.

» Considérons le point de rencontre C (*fig.* 1) des deux perpendiculaires aux deux miroirs comme origine des trois axes, choisissons ensuite pour plan des xy le plan de réflexion commun, l'axe des z perpendiculaire au plan xy et pour axe des x l'axe optique CX. La recherche sera basée sur des coordonnées polaires et nous compterons dans le plan des xy les angles à partir de la ligne CX. La hauteur δ au-dessus du plan de réflexion sera nécessairement comptée dans un grand cercle passant par l'axe CZ. Les angles que forment les deux perpendiculaires p' et p''' (p''', i'', α'' et δ'' ne se trouvent pas indiqués dans la *fig.* 1) avec l'axe optique seront désignés par α' et α''; les distances δ' et δ'' sont égales à zéro, puisque nous supposons que les faisceaux incidents des deux astres se trouvent, au début, réfléchis dans la direction de l'axe optique; α' et α'' sont donc aussi les angles des rayons incidents i' et i'' avec les perpendiculaires p' et p''', et dans ce cas la distance entre les deux images réfléchies se trouve égale à zéro. Supposons mainte-

nant que, pendant le mouvement de l'équatorial, le double miroir tourne d'une faible quantité η autour de l'axe CZ : les deux images, dans cette condition, ne sortiront pas du plan de réflexion commun, et leur déplacement

Fig. 1.



sera égal en valeur à 2η et dirigé dans le même sens; par conséquent cette rotation ne provoque aucune variation dans la distance des deux images.

» Nous allons ensuite examiner l'effet d'un mouvement tournant r autour de l'axe CY. Désignons par ω l'angle du nouveau plan de réflexion avec l'ancien, par a l'angle du premier rayon incident i' avec la perpendiculaire p'' qui ne se trouve plus dans le plan xy et par $d\alpha$ et $d\delta$ les coordonnées polaires de l'image X, ainsi réfléchie dans une direction différente: on obtiendra alors les relations rigoureuses suivantes entre ces diverses quantités

$$\cos a = \sin\alpha' \sin 2\alpha' + \cos r \cos\alpha' \cos 2\alpha',$$

$$\cos\alpha' = \cos a + 2\sin^2\frac{r}{2}\cos\alpha' \cos 2\alpha',$$

$$\sin\frac{a-\alpha'}{2}\sin\frac{\alpha'+a}{2} = \sin^2\frac{r}{2}\cos\alpha'\cos 2\alpha',$$

$$\sin\omega \sin a = \cos\alpha' \sin r, \qquad \operatorname{tang}(2\alpha' + d\alpha) = \cos\omega \operatorname{tang} 2a;$$

il en résultera

$$\frac{\sin d\alpha}{\cos(2\alpha' + d\alpha)} = \frac{\sin 4\alpha'}{\cos 2a}\sin^2\frac{r}{2}, \qquad \sin d\delta = 2\sin r \cos\alpha \cos a$$

ou, avec une approximation suffisante,

$$d\alpha = \frac{r}{2}\sin\frac{r}{2}\sin 4\alpha', \qquad d\delta = 2r\cos^2\alpha';$$

pour la seconde étoile, on aura de même

$$d\alpha_1 = \frac{r}{2}\sin\frac{r}{2}\sin 4\alpha'', \qquad d\delta_1 = 2r\cos^2\alpha''.$$

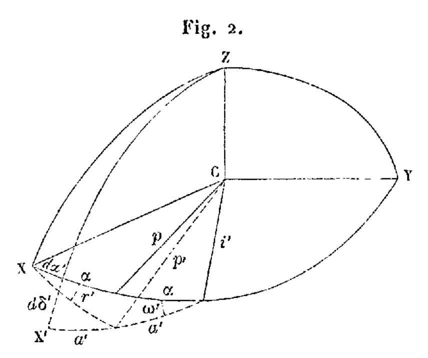
On reconnaît immédiatement que les valeurs de $d\alpha$ et $d\alpha_1$ sont de faibles quantités du second ordre de petitesse et tout à fait négligeables ; il en résulte que la projection de la distance sur la trace du plan de réflexion ne se trouve pas modifiée d'une manière appréciable. La distance absolue Δ des deux étoiles, qui était primitivement o, sera ensuite égale à

$$d\Delta = \sqrt{(d\alpha_1 - d\alpha)^2 + 4r^2(\cos^2\alpha' - \cos^2\alpha'')^2} = 2r(\cos^2\alpha' - \cos^2\alpha''),$$

en négligeant $d\alpha$ et $d\alpha_1$; en adoptant $\alpha' = -\alpha''$, $d\Delta$ devient o ; par conséquent, si l'on installait en outre les deux miroirs symétriquement par rapport à l'axe optique, la distance absolue elle-même ne varierait pas. On a donc un avantage considérable à choisir la disposition symétrique, car dans ce cas les deux mouvements rotatoires r et η ne provoqueront aucune modification dans la distance absolue elle-même ; et, s'il n'y avait que ces deux déplacements à craindre, on pourrait mesurer directement la distance au lieu de sa projection sur la trace du plan de réflexion : ce mode d'installation est d'ailleurs le plus avantageux au point de vue de l'exécution pratique du travail.

» Considérons finalement le troisième mouvement possible, celui qui

Fig. 2.



peut avoir lieu autour de l'axe optique. En donnant (*fig.* 2) à r', ω' et a' une signification analogue à celle de r, ω et a, on trouvera rigoureusement

les relations suivantes entre ces divers éléments

$$\cos\alpha' = \cos a' + 2\sin^2 r' \sin\alpha' \sin 2\alpha',$$
$$\sin\frac{a'-\alpha'}{2}\sin\frac{a'+\alpha'}{2} = \sin^2\frac{r'}{2}\sin\alpha'\sin 2\alpha',$$
$$\sin\omega'\sin a' = \sin\alpha'\sin r',$$
$$\operatorname{tang}(2\alpha' + d\alpha') = \operatorname{tang} 2a'\cos\omega',$$

en appelant $d\alpha'$ et $d\delta'$ les nouvelles coordonnées du point X′ réfléchi

$$\frac{\sin d\alpha'}{\cos(2\alpha + d\alpha')} = \frac{\sin 4\alpha' \sin^2\frac{r'}{2} - 8\sin^4\frac{r'}{2}\sin 2\alpha'\sin^2\alpha'}{\cos 2\alpha'},$$
$$\sin d\delta' = 2\sin r'\sin\alpha'\cos a',$$

ou, en supprimant les petites quantités d'ordre supérieur, on aura

$$d\alpha' = \frac{r'}{2}\sin\frac{r'}{2}\sin 4\alpha', \qquad d\delta' = r'\sin 2\alpha'.$$

» Pour la seconde étoile, on aurait de même

$$d\alpha'_1 = \frac{r'}{2}\sin\frac{r'}{2}\sin 4\alpha'', \qquad d\delta'_1 = r'\sin 2\alpha''.$$

On voit facilement que, comme précédemment, $d\alpha'$ et $d\alpha'_1$ sont du second ordre de petitesse, et la projection sur la trace reste encore dans ce cas invariable. En supposant même que le double miroir pendant le mouvement de l'équatorial se déplace d'une valeur de 6^s, ce qui serait inadmissible et indiquerait un défaut grossier de construction mécanique, l'erreur commise dans la mesure de la valeur Δ ne dépasserait pas 0,01 de seconde d'arc.

» En posant $\alpha' = -\alpha''$, la distance absolue, qui était d'abord 0, devient maintenant égale à

$$r(\sin 2\alpha'' - \sin 2\alpha') = 2r\sin 2\alpha'';$$

par conséquent la distance absolue, par suite de ce troisième mouvement rotatoire et malgré la disposition symétrique des deux miroirs, ne se réduit plus à 0 : il faut donc, pour éviter toute inexactitude appréciable, mesurer la projection sur la trace du plan de réflexion au lieu d'évaluer la distance Δ elle-même.

La nature des déplacements provoqués par ce troisième mouvement autour de l'axe optique a pour la recherche une importance particulière. En effet, on remarquera que, $d\alpha'$ et $d\alpha'_1$ étant égaux à 0 et $d\delta'$ et $d\delta'_1$ ayant des

signes contraires, en tournant le miroir autour de l'axe optique, les deux images se déplacent perpendiculairement et dans des directions contraires; on a donc un moyen très précis de déterminer par la pratique la position qu'occupe la trace du plan de réflexion dans la lunette. On n'aura qu'à faire coïncider le fil mobile avec la ligne sur laquelle se déplace l'une ou l'autre des deux images, lorsqu'on fait mouvoir le miroir autour de l'axe optique. Ayant dans cette situation effectué la lecture au cercle de position, on tournera ensuite le micromètre de 90°, et alors le fil mobile couvrira nécessairement les deux images au moment où les deux astres se trouveront dans le plan de réflexion commun. Mais on dispose encore d'un moyen théorique permettant d'atteindre le même but. En effet, dans la pratique, on choisira toujours, pour effectuer ces recherches, des couples de belles étoiles.

» Dans ce cas, on trouvera dans les Catalogues, avec une précision suffisante, leurs coordonnées, et l'on aura ainsi la facilité de pouvoir calculer d'avance les divers angles qui interviennent dans l'orientation du micromètre.

» Nous allons maintenant établir ces relations qui permettent de calculer *a priori* la situation qu'occupe dans le champ la trace AB du plan de réflexion et les angles que forme cette ligne avec les deux directions du mouvement diurne.

» Soient

$\mathcal{A}'$, δ', $\mathcal{A}''$ et δ'' les ascensions droites et les déclinaisons des deux étoiles;
s leur différence en ascension droite considérée toujours comme une quantité positive;
$\mathcal{A}'''$ et δ''' l'ascension droite et la déclinaison de ce point du ciel vers lequel il faut diriger la lunette pour apercevoir les deux étoiles simultanément dans le champ de la lunette;
s' la différence en ascension droite $(\mathcal{A}''' - \mathcal{A})$;
α et β les angles des deux directions du mouvement diurne avec la trace AB;
$(\swarrow)_1$ et $(\swarrow)_2$ les deux directions du mouvement diurne;
γ l'angle des deux directions au mouvement diurne;
Δ la distance angulaire sur la voûte céleste entre les deux astres;
v' et v'' la vitesse des deux étoiles, en vertu du mouvement diurne.

» Mais il convient, avant de procéder au développement des formules, de définir le sens dans lequel il faut compter les angles; nous allons établir dans ce but la convention suivante :

» α et β seront les angles formés par les deux lignes $(\swarrow)_1$ et $(\swarrow)_2$ avec

leurs projections respectives sur la trace AB, γ l'angle entre $(\mathscr{J})_1$ et $(\mathscr{J})_2$ sera compté dans le sens des mouvements. On arrive alors aux relations suivantes :

$$
\text{(I)} \quad \left\{
\begin{aligned}
&\cos\frac{1}{2}\Delta\sin\frac{\alpha+\beta}{2} = \sin\frac{s}{2}\sin\frac{\delta''+\delta'}{2},\\
&\cos\frac{1}{2}\Delta\cos\frac{\alpha+\beta}{2} = \cos\frac{s}{2}\cos\frac{\delta''-\delta'}{2},\\
&\sin\frac{1}{2}\Delta\sin\frac{\alpha-\beta}{2} = \cos\frac{s}{2}\sin\frac{\delta''-\delta'}{2},\\
&\sin\frac{1}{2}\Delta\cos\frac{\alpha-\beta}{2} = \sin\frac{s}{2}\cos\frac{\delta''+\delta'}{2},\\
&\gamma = \beta + \alpha.\\
&\operatorname{tang}\left(\frac{s-s'}{2}\right) = \operatorname{tang}\frac{s}{2}\operatorname{tang}\frac{\delta''-\delta'}{2}\operatorname{tang}\frac{\delta''+\delta'}{2},\\
&\cos\delta''' = \frac{\cos\alpha\sin\frac{\Delta}{2}}{\sin s'},\\
&\sin\delta''' = \sin\delta'\cos\frac{\Delta}{2} + \sin\alpha\cos\delta'\sin\frac{\Delta}{2}.
\end{aligned}
\right.
$$

» Dans la pratique, en fixant la lunette, on verra les images se déplacer dans des directions différentes dont on déterminera la situation au moyen du cercle de position. Par les formules précédentes, on aura les valeurs de α et β qui fixent d'une manière complète la direction de la trace par rapport à chacune des deux directions du mouvement diurne. On dispose donc, comme on le voit, de deux moyens très précis pour obtenir la direction de la ligne du réticule sur laquelle les projections restent invariables.

» Nous avons encore à démontrer que la projection reste constante, si l'on observe les deux astres au moment où, par suite du mouvement diurne, ils ne se trouvent pas dans le plan commun de réflexion. Si l'on cale l'équatorial, les deux images se déplaceront avec les vitesses v' et v'', et la projection de la distance sur la trace prendra la valeur

$$\text{(A)} \qquad \Delta'' = \Delta - v'\cos\alpha + v''\cos\beta.$$

» Dans le triangle sphérique formé entre le pôle et les deux étoiles, nous avons la relation suivante

$$\cos\alpha\cos\delta' = \cos\beta\cos\delta'';$$

d'un autre côté, on a entre les vitesses l'équation

$$v'\cos\delta'' = v''\cos\delta',$$

de la combinaison de ces deux équations, on trouvera facilement

$$v'' \cos\beta = v' \cos\alpha;$$

on voit donc que les deux derniers termes de l'équation (A) se détruisent; or chacun des deux termes en v représente le chemin parcouru, en vertu du mouvement diurne, sur la ligne AB, par les deux étoiles; et leur identité démontre ainsi le théorème si important de l'invariabilité des projections sur la trace du plan de réflexion commun. Cette projection est indépendante de tous les déplacements possibles : de la rotation de l'équatorial lui-même, des mouvements des deux miroirs et du déplacement des images, par suite du mouvement diurne, lorsque l'on n'observe pas rigoureusement dans le plan de réflexion.

» De tout ce qui précède on reconnaît qu'il n'est pas très important de pointer les deux images sur la trace elle-même; mais, dans la pratique, il sera généralement préférable de réaliser cette condition autant que possible. Les deux méthodes précédentes ne font connaître que la direction de la trace dans le champ par rapport au mouvement diurne; il convient donc de fournir le moyen de déterminer la situation absolue, c'est-à-dire la position des deux images lorsqu'elles se trouvent réellement dans le plan de réflexion commun. On atteindra ce but, après quelques essais, en déplaçant le fil mobile parallèlement à lui-même et en faisant mouvoir la lunette de telle manière que les deux images se trouvent à la fois bissectées par le fil mobile. C'est alors que ce fil coïncidera avec la position absolue de la trace du plan de réflexion commun.

» L'orientation de la trace, soit par le procédé théorique, soit par le procédé expérimental, ne peut naturellement pas être obtenue avec une exactitude absolue; il faut donc chercher l'influence produite sur le résultat cherché par une erreur ε commise dans la situation de la trace.

» Soient

AB la trace adoptée;
i l'inclinaison de la distance Δ des deux images avec cette ligne;
i' celle de Δ avec la trace vraie.

» Alors $\Delta \cos i$ et $\Delta \cos i'$ seront les deux projections de Δ sur ces deux directions, et l'erreur ε sera

$$\varepsilon = 2\Delta \sin\frac{i'-i}{2} \sin\frac{i'+i}{2}.$$

» Dans la pratique, on observera les deux images autant que possible sur la trace même; les valeurs numériques de i et i' ne pourront donc pas

dépasser quelques minutes d'arc. Or, en supposant pour ces quantités une erreur de 10′, par exemple, on ne trouverait aucune inexactitude appréciable, en admettant même pour Δ la valeur de 1000″. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques formules hyperelliptiques.* Note de M. **Brioschi.**

« Je demande la permission à l'Académie d'ajouter encore une application aux formules que j'ai établies dans ma dernière Communication. En indiquant par α_0, β_0, ... les déterminants mineurs du déterminant

$$\Sigma(\pm a_0 b_1 c_2) = 2\mathrm{K}$$

ou

$$\alpha_0 = b_1 c_2 - b_2 c_1, \qquad \beta_0 = c_1 a_2 - c_2 a_1, \qquad \ldots,$$

on peut déduire des vingt-sept formules données les valeurs des expressions de la forme

$$(\alpha_2 y_1^2) = \alpha_2 y_1^2 - \alpha_1 y_1 y_2 + \alpha_0 y_1^2.$$

» On obtient ainsi, par exemple,

$$\begin{aligned}
(\alpha^2 y_{11}) &= -2\rho[\mathrm{K}y(y^2+\mathrm{A}) + \lambda z w],\\
(\alpha_2 y_1^2) &= -\ \rho[\mathrm{K}(1 + 2\mathrm{A}y^2 + y^4) + 2\lambda y z w],\\
(\alpha_2 z_1 w_1) &= -\ \rho[\mathrm{K}(y^2 - \mathrm{A}) z w + y(m z^2 + n w^2 - \lambda)]
\end{aligned}$$

en faisant $\lambda = \mathrm{A}^2 - 1$. En posant $\mu = \mathrm{B}^2 - 1$, $\nu = \mathrm{C}^2 - 1$, on trouve des valeurs analogues pour les vingt-quatre autres expressions. Les deux premières conduisent à la suivante

$$\left(\alpha_2 \frac{d^2 \log y}{du_1^2}\right) = \rho\mathrm{K}\left(\frac{1}{y^2} - y^2\right)$$

et, d'une façon analogue,

$$\left(\beta_2 \frac{d^2 \log z}{du_1^2}\right) = \rho\mathrm{K}\left(\frac{1}{z^2} - z^2\right),$$
$$\left(\gamma_2 \frac{d^2 \log w}{du_1^2}\right) = \rho\mathrm{K}\left(\frac{1}{w^2} - w^2\right),$$

ce qui démontre l'existence, pour les trois fonctions hyperelliptiques y, z, w, d'une propriété caractéristique des fonctions elliptiques.

» On a encore

$$z(\gamma_2 z_{11}) - (\gamma_2 z_1^2) = w(\beta_2 w_{11}) - (\beta_2 w_1^2) = \rho K(y^2 - z^2 w^2),$$
$$w(\alpha_2 w_{11}) - (\alpha_2 w_1^2) = y(\gamma_2 y_{11}) - (\gamma_2 y_1^2) = \rho K(z^2 - w^2 y^2),$$
$$y(\beta_2 y_{11}) - (\beta_2 y_1^2) = z(\alpha_2 z_{11}) - (\alpha_2 z_1^2) = \rho K(w^2 - y^2 z^2)$$

et, en conséquence,

$$\left(\alpha_2 \frac{d^2 \log w}{du_1^2}\right) - \left(\alpha_2 \frac{d^2 \log z}{du_1^2}\right) = \rho K\left(\frac{z^2}{w^2} - \frac{w^2}{z^2}\right),$$
$$\left(\beta_2 \frac{d^2 \log y}{du_1^2}\right) - \left(\beta_2 \frac{d^2 \log w}{du_1^2}\right) = \rho K\left(\frac{w^2}{y^2} - \frac{y^2}{w^2}\right),$$
$$\left(\gamma_2 \frac{d^2 \log z}{du_1^2}\right) - \left(\gamma_2 \frac{d^2 \log y}{du_1^2}\right) = \rho K\left(\frac{y^2}{z^2} - \frac{z^2}{y^2}\right)$$

ou, en d'autres termes, la propriété indiquée pour les fonctions y, z, w subsiste pour les rapports de ces fonctions $\frac{w}{z}$, $\frac{y}{w}$, $\frac{z}{y}$. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Membre de la Section de Physique, en remplacement de M. *P. Desains*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 51,

M. Lippmann obtient.	31 suffrages.
M. Henri Becquerel obtient.	20 »

M. **Lippmann**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

MÉMOIRES LUS.

BOTANIQUE. — *Sur les premières collections botaniques arrivées du Tonkin au Muséum d'Histoire naturelle.* Note de M. **Ed. Bureau**.

« Le Muséum d'Histoire naturelle vient de recevoir les premières plantes sèches envoyées du Tonkin par M. Balansa, chargé de mission par le Ministère de l'Instruction publique. Ces collections, remarquablement

préparées et accompagnées de renseignements précis, sont dignes de celles déjà faites en Orient, à la Nouvelle-Calédonie et au Paraguay par ce voyageur, qui est assurément le plus habile des botanistes collecteurs actuels.

» Grâce au concours dévoué que m'a prêté mon aide-naturaliste, M. Poisson, l'herbier envoyé par M. Balansa, a pu être rapidement examiné et classé, et ce sont les résultats de cet examen préliminaire, complétés par les notes du voyageur, que je m'empresse de soumettre à l'Académie, en raison de l'intérêt d'actualité que présente tout ce qui concerne le Tonkin.

» Ce premier envoi provient seulement des environs d'Haï-Phong et de Quang-Yen; mais il donne le tableau complet de la végétation de cette région limitée.

» Les jardins des deux villes que je viens de nommer et ceux des villages annamites ne sont pas sans quelque intérêt : on y cultive l'arbre à suif (*Stillingia sebifera* Michx) et deux plantes à graines oléagineuses : une Tiliacée du genre *Corchorus* et le *Camellia Sasanqua* Thunb., arbre de 5^m à 6^m de haut. Ces végétaux utiles sont, du reste, originaires de la région même, et leur culture est répandue au Japon et en Chine. Parmi les plantes alimentaires, nous remarquons le *Diospyros Kaki*, L. fil., arbre fruitier de la famille des Ébénacées, actuellement introduit en Europe; une Oxalidée arborescente, l'*Averrhoa Carambola* L., dont les fruits acidulés sont vendus comme condiment sur le marché d'Haï-Phong, et un *Solanum*, dont les fruits se conservent dans le vinaigre, pour servir au même usage. Comme ornement ou comme ombrage, on cultive encore dans ces jardins trois Figuiers, une magnifique Bignoniacée arborescente : le *Calosanthes indica* Bl. et deux *Cycas :* le *C. circinalis* L. et le *C. revoluta* Thunb. Tous ces végétaux appartiennent à la région : aucun ne semble avoir été introduit.

» Dans les haies, on remarque beaucoup de plantes grimpantes : une Vigne sauvage, des Cucurbitacées, des Smilacées, des Dioscorées, une Asperge volubile, et même deux Palmiers à tige de Rotin, de la tribu des Lépidocarynées.

» Les environs d'Haï-Phong n'offrent guère que des rizières, presque toujours submergées, dont la végétation est assez uniforme : des Graminées et des Cypéracées en constituent le fond. Dans les fossés fleurit une Balsaminée. A la surface des mares flotte une Aroïdée : le *Pistia stratiotes* L. et une Utriculaire montre ses grappes de fleurs.

» Près de Quang-Yen, la végétation est beaucoup plus intéressante. Les rizières paraissent plus riches en espèces. On y remarque 4 Lythrariées,

3 Scrophularinées, 1 Pontédériacée, 1 Chara, etc. M. Balansa a choisi comme centre d'exploration, dans cette région, le village de Tankeuïn, dont les maisons sont groupées sur la pente d'une colline schisteuse. C'est là, en effet, un pays de collines; mais leur structure géologique paraît assez variée; car elles sont formées les unes de grès, les autres de schistes. Sur les collines de grès, le voyageur a recueilli un arbrisseau dans lequel nous avons reconnu une plante industrielle importante : une Anacardiacée, le *Rhus succedanea* L., dont les fruits fournissent en Chine une des plus belles cires végétales. Cette cire commence à s'introduire en Europe, et elle est très estimée dans le commerce. Il ne paraît pas que les Annamites aient, jusqu'ici, tiré parti de ce végétal. Sur les collines schisteuses croissent : un arbre de la famille des Verbénacées, la *Gmelina arborea* Roxb., un Jasmin, 2 Euphorbiacées; mais nous devons signaler surtout un arbrisseau de 1^m à 2^m, de la famille des Simaroubées, le *Brucea sumatrana* Roxb., connu jusqu'ici dans l'Inde et aux Moluques. C'est une plante médicinale d'une valeur réelle. Le bois et l'écorce ont une amertume semblable à celle du *Quassia amara*, qui appartient, du reste, à la même famille. Le *Brucea sumatrana* a été employé avec succès, dans les pays chauds, comme tonique, fébrifuge et antidysentérique. Les indigènes ne semblent pas en connaître les propriétés.

» Près de là se trouve une station des plus curieuses, constituée par d'énormes roches calcaires de 100^m de hauteur, semblables à celles qui bordent la baie d'Along, à parois presque verticales et tapissées d'une végétation riche et variée. On y remarque les *Cycas circinalis* L. et *revoluta* Thumb., un *Oxalis*, une Balsaminée, des Liliacées, une Euphorbiacée cactiforme, une Urticée : le *Bœhmeria nivea* (plante textile qui paraît bien spontanée en cet endroit), pas d'arbre, mais un assez grand nombre d'arbrisseaux.

» Cette région est enclavée tout entière dans le delta et séparée de la chaîne de montagnes qui limite le delta au nord par une plaine de deux lieues de largeur, sillonnée de nombreux cours d'eau et inondée à chaque marée haute. Ces terres salées sont couvertes de nombreux Palétuviers appartenant aux genres *Rhizophora, Ceriops* et *Bruguiera,* dont les troncs sont utilisés comme bois de chauffage dans ce pays presque dépourvu de végétation arborescente.

» Nous n'avons pas encore l'herbier formé dans la chaîne de montagnes bordant au nord le delta. Cet herbier est en route pour la France. Nous savons seulement que les premières collines formant les contreforts sont

couvertes de prairies de Graminées. A leur base seulement sont échelonnées quelques rizières irriguées par les eaux détournées des ruisseaux voisins. A une plus grande élévation, ces montagnes sont couvertes de forêts formées d'arbres de hauteur médiocre qui abritent un fouillis inextricable de Bambous. Les Légumineuses dominent dans ces forêts. On y trouve aussi des Cupulifères, des Myrtacées, des Rubiacées. Les *Ficus* y sont abondants.

» M. Balansa y cite encore trois Palmiers, dont deux Rotins et un Palmier acaule ou presque acaule qui vit sur le bord des ruisseaux, et deux autres espèces peu élevées, à la base des collines. Dans le delta au contraire les Palmiers donnent un cachet tout particulier au paysage; mais ils y sont cultivés. Ce sont le Cocotier et l'Arecquier. Le premier est rare et ne donne que des produits insignifiants; le second a beaucoup plus d'importance; car la noix d'Arec est dans tout l'Extrême-Orient un objet de grande consommation.

» En somme, nous pouvons avoir maintenant une idée bien nette de la végétation de la partie nord-est du delta, des faibles hauteurs qui y sont incluses et d'une partie de la chaîne de montagnes qui forme au nord la limite du delta. La surface explorée par M. Balansa me paraît être d'environ 400^{kmq}. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Les effets, au point de vue de la propagation de la tuberculose pulmonaire, de l'admission dans les hôpitaux généraux d'individus atteints de cette maladie.* Note de M. **E. Leudet**.

« Les éléments d'études qui ont servi à rechercher la solution de cette question sont les observations écrites de 16 094 malades adultes, des deux sexes, soignés dans une division médicale de l'Hôtel-Dieu de Rouen, de 1854 à 1885. De ces 16 094 individus, 13 466 ont été admis une seule fois à l'hôpital, 2628 ont été admis de deux à vingt-neuf fois, dans la même division, dans l'espace de trente et un ans.

» I. J'ai cherché à déterminer la fréquence du développement ultérieur de la tuberculose pulmonaire, chez les 2628 individus ayant séjourné à diverses reprises dans un milieu où ils se trouvaient en contact avec les malades tuberculeux. Ce milieu était contaminé, car la proportion du nombre des malades atteints de tuberculose au total des individus admis, pendant trente et un ans, a été 2813 sur 16 094, ou de 17 pour 100.

» En déduisant du chiffre 2628 représentant la totalité des individus admis plusieurs fois ceux qui sont entrés plusieurs fois pour la tuberculose, et ceux qui ont présenté, lors de leurs admissions successives, une seule et même maladie, on constate que 1208 individus sont entrés pour des affections diverses, et que, de ces 1208 individus, 277 sont devenus tuberculeux, c'est-à-dire 22, 9 pour 100.

» Par conséquent, la proportion des individus devenus tuberculeux après avoir présenté, lors des admissions successives, des maladies variées, ne dépasse que d'une proportion de 5, 9 pour 100 la proportion du chiffre des admissions pour tuberculose, au nombre de la totalité des admissions.

» En se rappelant que ces malades ont été suivis pendant beaucoup d'années, qu'ils ont été exposés, hors de l'hôpital, à des causes nocives multiples, on peut conclure :

» Que la propagation de la tuberculose pulmonaire par contagion dans les hôpitaux n'est pas démontrée, qu'elle est au moins restreinte.

» II. La seconde partie de cette étude comprend la recherche des conditions d'aptitude à la contagion. Les états morbides, divisés suivant leur aptitude à la tuberculose, forment quatre groupes.

PREMIER GROUPE. — *Maladies donnant une aptitude extrême à la tuberculose pulmonaire.*

» La fréquence de la tuberculose pulmonaire consécutive est exprimée par les proportions suivantes :

	Pour 100.
Pleurésie	73,7
Glycosurie	66
Fièvre synoque	23

Au premier rang se place la pleurésie, affection qui constitue souvent la première manifestation de l'infection tuberculeuse. La lésion du poumon se manifeste le plus souvent dans les trois ou quatre années qui suivent la pleurésie. La glycosurie, chez les individus de la classe ouvrière, se termine le plus souvent par la tuberculose; il n'en est pas de même chez les malades de la classe aisée.

» La fièvre synoque, classe morbide assez mal circonscrite, dont certains pathologistes font une unité morbide, et que d'autres rattachent à la fièvre typhoïde, semble prédisposer à la tuberculose.

Deuxième groupe. — *Aptitude fâcheuse à la tuberculose pulmonaire.*

	Pour 100.		Pour 100.		Pour 100.
Syphilis........	22	Érysipèle........	17	Variole..........	16,6
Fièvre typhoïde.	22	Mal. moelle épin..	17		

» La syphilis tertiaire est la forme étudiée dans ce travail; en effet, les services de *médecine* des hôpitaux ne reçoivent, en général, que des malades atteints de lésions viscérales syphilitiques. J'ai exclu de cette analyse les quelques cas de syphilis pulmonaire constatés par l'autopsie. La syphilis intestinale, les rétrécissements du rectum surtout, se terminent de préférence par tuberculose pulmonaire. La fièvre typhoïde offre une aptitude aussi intense à la phtisie; elle est représentée par la proportion de 22 pour 100. J'ai cherché, autant que possible, à éviter de comprendre parmi les fièvres typhoïdes les cas de tuberculose pulmonaire à forme typhoïde, suivis d'arrêts de l'évolution morbide. La variole, représentée comme aptitude tuberculeuse par 16,6 pour 100, figure dans ce groupe, qui réunit trois grandes affections zymotiques. La prédisposition à la tuberculose des individus atteints de lésions de la moelle épinière est connue.

Troisième groupe. — *Aptitude moyenne à la tuberculose pulmonaire.*

	Pour 100.		Pour 100.
Alcoolisme..................	15	Maladies de l'utérus et annexes..	13
Paludisme....................	14	Rhumatismes................	12
Pneumonie...................	13	Hystérie....................	9

» Dans ce groupe, je remarque que l'alcoolisme ne présente pas une aptitude tuberculeuse considérable, et ce résultat a, pour moi, d'autant plus de valeur que j'ai pu suivre 145 alcooliques pendant un grand nombre d'années, et que 22 d'entre eux seulement sont devenus tuberculeux. La pneumonie franche, pas plus que le rhumatisme aigu, ne présente d'aptitude fâcheuse à la tuberculose. La pneumonie appelle beaucoup plus la pneumonie que la tuberculose. La forme chronique du rhumatisme articulaire est celle qui se termine surtout par la tuberculose. Parmi les affections utérines, celles qui prédisposent à la phtisie sont surtout les pelvipéritonites suppurées. Je noterai enfin que l'empoisonnement saturnin, aussi bien que le tellurique, ne constituent pas des antagonismes de la tuberculose.

QUATRIÈME GROUPE. — *Aptitude minime à la tuberculose pulmonaire.*

	Pour 100.		Pour 100.
Maladies du tube digestif	7	Bronchite, emphysème pulmonaire.	4
Maladies des reins	5	Maladies du cœur	4
		Maladies du cerveau	2

» On est étonné de constater dans ce travail l'aptitude si minime, à la tuberculose, des bronchites et des maladies de l'intestin. Je suis convaincu que, *chez l'adulte au moins*, l'inflammation des bronches, de même que l'entérite, ne constituent pas des prédispositions à la tuberculose. On sait, d'autre part, que les individus atteints de maladies des reins, et surtout d'affections du cœur, deviennent rarement tuberculeux. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Ch. Antoine** adresse, de Lorient, un Mémoire sur la dilatation des gaz et des vapeurs sous pression constante.

(Commissaires : MM. Cornu, Mascart, Lippmann.)

M. **A. Poincaré** soumet au jugement de l'Académie une série de recherches concernant les déplacements du champ des alizés boréaux.

(Commissaires : MM. d'Abbadie, Mascart.)

M. **V. Payot** prie l'Académie de comprendre ses travaux parmi ceux qui seront admis à concourir pour le prix Thore.

(Renvoi à la Commission.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** invite l'Académie à lui présenter une liste de deux candidats, pour la place de Membre titulaire du Bureau des Longitudes, laissée vacante par le décès de M. *Serret*.

(Renvoi aux Sections d'Astronomie, de Géométrie
et de Géographie et Navigation.)

M. **L. Ranvier** prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats pour les places actuellement vacantes dans la Section d'Anatomie et Zoologie.

(Renvoi à la Section d'Anatomie et Zoologie.)

M. **A. Bienaymé** adresse ses remerciements à l'Académie, pour la distinction dont ses travaux ont été l'objet dans la dernière séance publique.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° « L'Année scientifique et industrielle » de M. *L. Figuier* (29e année, 1885);

2° La 21e année du « Journal du Ciel », publié par M. *Vinot;*

3° Le numéro d'avril 1885 du « Bullettino di Bibliografia e di Storia » publié par M. le prince Boncompagni. Ce numéro contient : une Note de M. *A. Genocchi,* intitulée « Ancora un cenno dei residui cubici e biquadratici »; un extrait d'une Lettre de M. *A. Genocchi* à M. Hermite « Sur la loi de réciprocité de Legendre, étendue aux nombres non premiers »; une Note de M. *Genocchi* « Sur quelques théorèmes qui peuvent conduire à la loi de réciprocité de Legendre »; une Note portant pour titre « Intorno alla Storia delle legge di reciprocità; Osservazioni del Prof. *Leopold Kronecker.* Traduzione dal tedesco del Dott. *Alfonso Sparagna* ».

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Fabry, faites aux équatoriaux de l'observatoire de Bordeaux.* Note de MM. G. **Rayet** et **Courty**, présentée par M. Mouchez.

Date.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. facteur parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. facteur parallaxe.	Étoile de comp.	Observateurs.
	h m s	h m s		° ′ ″			
1885. Déc. 19....	6. 5.14,9	0. 2. 9,53	$-\bar{3},769$	69.18.49,64	−0,558	*a*	G. Rayet.
30....	5.46.52,3	23.46.37,48	$+\bar{2},871$	69.13.30,90	−0,557	*b*	G. Rayet.
1886. Janv. 14....	7.15.25,0	23.33. 2,04	$+\bar{1},541$	68.25.57,72	−0,635	*c*	Courty.
16....	7.27.52,1	23.31.44,60	$+\bar{1},571$	68.15.31,63	−0,650	*d*	Courty.
27....	6.47.25,2	23.26.32,58	$+\bar{1},587$	67. 1.47,70	−0,625	*e*	Courty.
29....	7. 8.46,1	23.25.52,62	$+\bar{1},617$	66.43.31,17	−0,669	*f*	Courty.
Févr. 4....	8.30.49,0	23.24. 8,67	$+\bar{1},663$	65.47.36,67	−0,763	*g*	Courty.

Position moyenne des étoiles de comparaison pour 1885,0 *et* 1886,0.

Étoile.	Catalogue.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
	°	h m s	s	° ′ ″	″
a	Argel. + 20, nº 12.....	0. 7.16,76	+ 3,14	69.13.16,65	−25,39
b	+ 20, 5391...	23.47.53,07	+ 2,83	69. 3.59,37	−25,32
c	+ 21, 4960...	23.31.35,83	+ 0,49	68.23. 1,41	− 4,33
d	+ 21, 4965...	23.33.13,41	+ 0,50	68. 4.48,86	− 4,12
e	+ 22, 4861...	23.28.29,94	+ 0,63	67. 0.20,52	− 2,81
f	+ 23, 4762...	23.27.20,62	+ 0,66	66.44.20,99	− 2,70
g	+ 24, 4781...	23.23.44,72	+ 0,72	65.49.10,48	− 1,98

» Les positions des étoiles *a* et *b* se rapportent à 1885,0; celles des étoiles suivantes à 1886,0. »

ASTRONOMIE. — *Observations équatoriales de la comète Barnard, faites à l'observatoire de Bordeaux;* par M. F. Courty. Note communiquée par M. G. Rayet.

Date.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. facteur parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. facteur. parallaxe.	Étoile de comp.	Observateur.
	h m s	h m s		° ′ ″			
1886. Janv. 27....	7.47.14,8	2.22.38,23	$\bar{1}$,301	76.44.17,64	−0,682	*a*	Courty.
29....	7.48.37,4	2.20. 1,08	$\bar{1}$,382	76.19.54,89	−0,683	*b*	Courty.
Fév. 4....	9.21.17,7	2.13. 5,68	$\bar{1}$,586	74.59.17,81	−0,722	*c*	Courty.

Position moyenne des étoiles de comparaison pour 1886,0.

Étoile.	Catalogue.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
	°	h m s	s	° ′ ″	″
a	Argel. +13, nº 396.....	2.22.21,02	+0,23	76.37.33,16	+5,17
b	» +13, nº 386.....	2.18.32,18	+0,17	76.17.51,24	+5,03
c	» +14, nº 383.....	2.15.33,83	+0,08	74.59.46,71	+4,87

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Brooks, faites à l'équatorial de 14 pouces de l'observatoire de Bordeaux.* Note de MM. **G. Rayet** et **Courty**.

Date.		Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. facteur parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. facteur parallaxe.	Étoile de comp.	Observateurs.
		h m s	h m s		° ′ ″			
1886. Janv.	9...	7.10.29,3	20.47.46,76	$\bar{1}$,630	80. 6.55,31	−0,784	*a*	Courty.
	27...	6.31.21,7	21.53. 0,82	$\bar{1}$,633	72.48.55,37	−0,746	*b*	G. Rayet.

Position moyenne des étoiles de comparaison pour 1886,0.

Étoile.	Catalogue.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
	°	h m s	s	° ′ ″	″
a	Argel. + 9, n° 4654...	20.46.37,97	−1,25	80.12. 0,33	+5,59
c	» +16, n° 4694...	21.51.38,11	−1,03	72.51.44.41	+2,91

ASTRONOMIE. — *La pluie d'étoiles filantes du* 27 *novembre* 1885 *à l'observatoire de Zi-ka-wei, près Changhai* (*Chine*). Extrait d'une Lettre du P. **Marc Dechevrens**, présentée par M. C. Wolf.

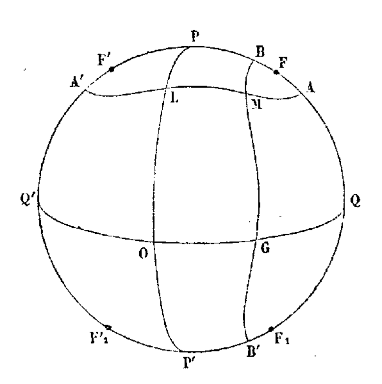
« Cette Note parviendra à Paris un peu tard, et l'événement qui en fait l'objet n'aura plus alors le mérite de l'actualité. Mais, s'il y a inconvénient à vivre ainsi aux antipodes, il peut y avoir aussi avantage; car bien des phénomènes célestes se passent en Chine, qui ne sont pas nécessairement visibles en France; il est midi à Paris que déjà, nous autres, jouissons, depuis plus de trois heures, de la vue du ciel étoilé.

» Le phénomène n'a pas été grandiose comme dans la nuit du 27 novembre 1872, cependant il a attiré l'attention de beaucoup de personnes. Si j'avais cru utile de compter les étoiles qui s'allumaient de tous côtés sous nos yeux vers 8^h du soir (midi à Paris), j'en aurais bien trouvé une centaine par quart d'heure. Vers minuit, le phénomène était fort intéressant; il y avait quelques beaux bolides; de 8^h à 9^h du soir, je n'en avais pas vu de bien remarquables. Le 28, à 4^h du matin, malgré la lumière de la Lune, je m'aperçus bien que tout n'était pas encore terminé; mais, dans la nuit de ce jour, le ciel n'avait plus absolument que sa parure ordinaire, toujours belle sans doute pour qui sait y admirer l'Œuvre de Dieu, mais qui ne perd rien, certes, à se consteller de mille feux nouveaux. »

GÉODÉSIE. — *Sur un nouveau système de projection de la sphère.* Note de M. Guyou, présentée par M. Mouchez.

« La recherche d'un mode de représentation géométrique des fonctions elliptiques nous a conduit à un nouveau système de projection de la sphère qui paraît offrir quelque intérêt; ce système de projection est en effet le seul qui permette, tout en conservant les angles, et par conséquent la forme des petites figures, de représenter la sphère entière sur une portion finie d'un plan sans déchirure ni duplicature.

» La figure présente, il est vrai, quatre points *critiques* situés aux deux extrémités de deux diamètres d'un même méridien de la sphère, également



inclinés sur la ligne des pôles; en ces points et dans leur voisinage les déformations sont considérables, mais on peut sinon annihiler, du moins diminuer cet inconvénient en choisissant convenablement les positions de ces points. Sur le croquis joint à cette Note, les points critiques indiqués par des cercles noircis sont placés en plein océan.

» Voici en quoi consiste ce mode de projection :

» *Méridiens* et *parallèles elliptiques*. — Soient QQ' l'équateur, POP' un méridien convenablement choisi, que nous appellerons par abréviation le premier méridien, et PQP'Q' le méidrien dont la longitude est $\pm 90°$. Soient enfin F, F', F_1, F'_1 quatre points situés sur ce méridien à égales distances des pôles.

» Par un point quelconque M, faisons passer les deux ellipses sphériques qui ont respectivement pour foyers FF' d'une part et $F_1F'_1$ de l'autre. L'el-

lipse AA′ est le *parallèle elliptique* du point M et l'ellipse BB′ son méridien elliptique; on sait que ces deux courbes se coupent à angle droit.

» *Latitude et longitude elliptique d'un point* M. — La *latitude elliptique* sera la distance à l'équateur du point L, où le parallèle coupe le premier méridien. La *longitude elliptique* sera la distance au premier méridien du point où le *méridien elliptique* coupe l'équateur; on aura ainsi, en désignant respectivement par λ et γ ces deux éléments, réservant les lettres L et G pour la latitude et la longitude géographiques,

$$\lambda = \mathrm{OL}, \qquad \gamma = \mathrm{OG}.$$

» On remarquera que, lorsque les foyers viennent se réunir aux pôles, les parallèles et les méridiens elliptiques se transforment en les parallèles et les méridiens ordinaires, et que λ et γ deviennent précisément égales à L et à G.

» *Mode de projection.* — Le premier méridien et l'équation sont représentés par deux droites rectangulaires, les ellipses méridiennes et les parallèles elliptiques sont représentés par des droites respectivement parallèles aux précédentes; et, pour la conservation de la similitude des figures, le méridien elliptique dont la longitude est γ est représenté à une distance du premier méridien égale à

$$(1) \qquad \int_0^\gamma \frac{d\gamma}{\sqrt{1-(1-\mathrm{K}^2)\sin^2\gamma}},$$

avec K = sin QF, et le parallèle elliptique dont la latitude est λ, à une distance de l'équateur égale à

$$(2) \qquad \int_0^\lambda \frac{d\lambda}{\sqrt{1-\mathrm{K}^2\sin^2\lambda}},$$

avec K = sin QF.

» On voit que si les deux foyers se réunissent au pôle, les intégrales (1) et (2) deviennent

$$\int_0^\gamma d\gamma, \qquad \int_0^\lambda \frac{d\lambda}{\cos\lambda}.$$

» On est ramené à la projection de Mercator qui, comme on le voit, n'est plus qu'un cas particulier du mode de projection dont il s'agit.

» Dans le croquis joint à cette Note, nous avons pris pour QF la valeur 45°, de sorte que le méridien qui entoure chacun des hémisphères est re-

présenté par un carré; et l'on voit que, pour passer de l'ancien continent au nouveau, il faut traverser les bords latéraux, si la trajectoire considérée coupe le méridien de séparation à moins de 45° de l'équateur, et traverser au contraire le bord supérieur ou le bord inférieur, si cette trajectoire passe à moins de 45° des pôles.

» *Calcul des coordonnées d'un point sur la Carte.* — Les Tables des fonctions elliptiques donnent les valeurs des intégrales (1) et (2), mais il faut avoir calculé d'abord les coordonnées elliptiques λ et γ en fonction de L et G. Les formules de transformation sont les suivantes :

$$\begin{aligned}
\sin\lambda\sqrt{1-\cos^2 F\sin^2\gamma} &= \sin L,\\
\sin\gamma\sqrt{1-\sin^2 F\sin^2\lambda} &= \cos L\sin G,\\
\cos\lambda\cos\gamma &= \cos L\cos G.
\end{aligned}$$

» *Application des projections à l'étude des propriétés des fonctions des variables complexes.* — Si l'on désigne par $\varphi = x + y\sqrt{-1}$ l'affixe d'un point de la Carte de Mercator, et par u l'affixe du point correspondant de la Carte doublement périodique que nous venons de décrire, on a

$$du = \frac{d\varphi}{\sqrt{1-\sin^2 F\sin^2\varphi}}.$$

» On voit d'ailleurs aisément que les Cartes correspondantes à la fonction $e^{i\varphi}$ sont des projections stéréographiques sur l'équateur; que sur celles qui correspondent aux fonctions $\sin\varphi$ et $\cos\varphi$ les parallèles seraient représentés par des ellipses homofocales, et les méridiens par les hyperboles orthogonales.

» Ces deux derniers systèmes de projections, comparés à celui dont nous nous occupons, représenteraient ainsi les fonctions $\sin \operatorname{am} u$, $\cos \operatorname{am} u$, et $e^{i \operatorname{am} u}$, et un seul coup d'œil jeté sur ces Cartes suffit pour l'étude de leurs propriétés. »

GÉOMÉTRIE CINÉMATIQUE. — *Sur le théorème d'Ivory et sur quelques théorèmes relatifs aux surfaces homofocales du second ordre.* Note de M. A. **Mannheim.**

« Reprenons les notations de ma dernière Communication. Après la déformation de (H), la génératrice arbitraire G est venue en G_1 et le point m

de cette droite est venu en m_1. Ce point m_1 est appelé le *correspondant* de m. Menons la corde mm_1 de la trajectoire (m) et, de même, menons les cordes relatives aux trajectoires des points de G. Toutes ces cordes appartiennent à un paraboloïde hyberbolique qui contient G et G_1. Les milieux de ces cordes sont alors sur une génératrice de ce paraboloïde, c'est-à-dire en ligne droite. La projection de cette droite sur l'un ou l'autre des plans principaux de (H) est, en vertu d'un théorème connu, perpendiculaire à la corde de l'arc de la conique décrite, pendant la déformation de (H), par le point de (G) qui reste sur ce plan principal. De là, ce théorème important : *La droite, qui contient les milieux des cordes des arcs décrits par les points d'une génératrice de* (H), *pendant la déformation de cette surface, est perpendiculaire à toutes ces cordes* ([1]).

» Appelons n un autre point de G, et n_1 son correspondant. Projetons les cordes mm_1, nn_1 sur un plan perpendiculaire à la droite qui joint le milieu μ de mm_1 au milieu ν de nn_1. Soient $m'm'_1$, $n'n'_1$ les projections de ces cordes ; ces deux droites se coupent mutuellement en parties égales et la figure $m'n'm'_1n'_1$ est un parallélogramme. On voit alors tout de suite que : G *et* G_1 *font des angles égaux avec la droite* $\mu\nu$ *des milieux des cordes ; les droites* mn_1, m_1n *sont égales et font des angles égaux avec la droite* $\mu\nu$ *des milieux des cordes ; les droites* G, G_1 *font des angles égaux avec les droites, telles que* mm_1, *qui joignent deux points correspondants :* il en est de même de m_1n, mn_1 ; *la droite, qui joint les milieux de* m_1n *et* mn_1, *est coupée en son milieu à angle droit par* $\mu\nu$; *cette droite et les droites* G *et* G_1 *sont parallèles à un même plan.*

» Projetons les hyperboloïdes homofocaux (H), (H_1) sur un plan perpendiculaire à mm_1. On obtient ainsi des coniques homofocales, comme lignes de contour apparent de (H) et (H_1) sur ce plan.

» Les projections des génératrices G, L de (H), qui passent par m, sont tangentes à l'une de ces coniques. De même les projections de G_1 et L_1 sont tangentes à l'autre conique. Ces quatre tangentes passent par un même point et, comme elles sont tangentes à deux coniques homofocales, la bissectrice de l'angle compris entre les projections de G et de L est aussi

---

([1]) Il résulte de ce que j'ai démontré à la fin de ma dernière Communication qu'on peut énoncer cette propriété sans parler d'hyperboloïde. Cette observation peut s'appliquer toutes les fois qu'il s'agit de propriétés relatives au déplacement de la génératrice G.

la bissectrice de l'angle compris entre les projections de G_1 et de L_1. De là cette propriété :

» *L'angle dont tourne autour de mm_1 le plan* (mm_1, G) *pour venir coïncider avec le plan* (mm_1, G_1) *est égal à l'angle dont tourne le plan* (mm_1, L) *pour coïncider avec le plan* (mm_1, L_1).

» Soient l un point arbitraire de L et l_1 son correspondant. Les droites ml, mm_1, mn_1 sont les arêtes d'un trièdre qui, en vertu des propriétés précédentes, est égal au trièdre dont les arêtes sont $m_1 l_1$, $m_1 m$, $m_1 n$; car les dièdres qui ont pour arêtes mm_1 sont égaux, l'angle plan lmm_1 est égal à l'angle $l_1 m_1 m$ et l'angle $n_1 mm_1$ est égal à l'angle $nm_1 m$. De l'égalité de ces trièdres, il résulte que l'*angle lmn_1 est égal à l'angle $l_1 m_1 n$*. Mais $m_1 l_1$ est égal à ml, et nous avons démontré que mn_1 est égal à $m_1 n$; donc les triangles $lmn_1, l_1 m_1 n$ sont égaux, et, par conséquent, le segment ln_1 est égal à $n_1 l$. Ainsi : *Si l'on prend sur les hyperboloïdes homofocaux* (H), (H_1) *les points arbitraires l, n et leurs correspondants l_1, n_1 : le segment ln_1 est égal au segment $l_1 n$*. C'est le théorème d'Ivory qu'il s'agissait d'établir géométriquement.

» Sur un plan parallèle à G et G_1 projetons ces droites et les coniques que G trace sur les plans principaux pendant la déformation de (H). On obtient ainsi trois coniques concentriques et la projection de G est une normale commune à ces trois courbes. De même pour la projection de G_1.

» Sur ce plan de projection les cordes de ces coniques, qui joignent les pieds de ces normales, étant perpendiculaires à la projection de $\mu\nu$, sont parallèles entre elles. Ces normales à ces coniques sont alors également inclinées sur ces cordes et doivent être symétriques par rapport à un axe commun à ces courbes. La projection de la droite $\mu\nu$ se confond alors avec cet axe, c'est-à-dire que cette projection passe par la projection de o. Il résulte de là que : *le plan, mené par o et la droite $\mu\nu$, est perpendiculaire à un plan parallèle à* G *et* G_1 (¹).

» Le plan $(o, \mu\nu)$ est alors, en vertu d'une propriété démontrée précédemment, perpendiculaire au segment dont les extrémités sont les milieux de mn_1, $m_1 n$, et il passe par le milieu de ce segment; donc *les milieux des segments mn_1, $m_1 n$ sont à égales distances de o*.

(¹) On voit aussi que : *si l'on projette, sur un plan parallèle à* G *et* G_1, *les coniques décrites sur les plans principaux par les traces de* G, *on obtient trois coniques concentriques dont les axes sont dirigés suivant les mêmes droites.*

» Soient α et α_1 les traces de G et G_1 sur un plan principal. Dans les triangles αom_1 et $\alpha_1 om$, d'après ce que nous venons de démontrer, les médianes qui partent de o sont égales, et comme, d'après le théorème d'Ivory, les côtés αm_1, $\alpha_1 m$ sont égaux, on a

$$\overline{o\alpha}^2 + \overline{om_1}^2 = \overline{o\alpha_1}^2 + \overline{om}^2$$

ou

$$\overline{om_1}^2 - \overline{om}^2 = \overline{o\alpha_1}^2 - \overline{o\alpha}^2.$$

» Les points α, α_1 sont des points correspondants sur les coniques homofocales, traces de (H) et (H_1) sur le plan principal qui contient ces points. On voit facilement que $\overline{o\alpha_1}^2 - \overline{o\alpha}^2$ est égal à la différence des carrés des axes correspondants de ces coniques; donc $\overline{om_1}^2 - \overline{om}^2$ est égal à la différence des carrés de ces axes, qui sont des axes de (H) et (H_1). On retrouve ainsi que *la différence des carrés des distances du centre o à deux points correspondants est constante.*

» D'où, pour deux points l, n et leurs correspondants, cette conséquence connue : *La somme des carrés des distances de o à deux points pris sur* (H) *et* (H_1) *est égale à la somme des carrés des distances de o à leurs correspondants.*

» Il résulte de là que *les milieux des droites nl_1, $n_1 l$ sont à égales distances de o.*

» Des points m, n, menons les lignes de courbure de (H); elles se coupent en u et v, dont les correspondants sont u_1, v_1. Supposons que mu, nv appartiennent à des ellipsoïdes homofocaux à (H). Les points u_1, v_1 sont sur ces ellipsoïdes; par rapport à ces surfaces, on a les points correspondants u et n, m et v, u_1 et n_1, m_1 et v_1.

» *Les segments nm_1, mn_1, vu_1, $u_1 v$ sont alors égaux*, et, d'après ce que nous venons de démontrer, *les milieux de ces quatre segments sont à égales distances de o.* »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Recherches sur les groupes d'ordre fini, contenus dans le groupe des substitutions linéaires de contact.* Note de M. **Autonne**, présentée par M. Jordan.

« Dans une série de Communications (*Comptes rendus,* années 1884 et 1885), j'ai énuméré et construit les groupes d'ordre fini contenus dans les groupes quadratique et cubique Cremona. Je me propose d'étendre le

même genre de recherches aux substitutions birationnelles, où ne figure plus une seule série de trois variables homogènes x_i (coordonnées d'un point x du plan), mais encore une seconde série de trois variables homogènes u_i (coordonnées d'une droite u du plan).

» Soit σ une pareille substitution, qui remplace l'élément (x, u) du plan par l'élément (y, v), où y est le point et v la droite,

$$\begin{vmatrix} x_i & y_i \\ u_i & v_i \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} x_i & \varphi_i\left(\overset{p}{x}, \overset{q}{u}\right) \\ u_i & \psi_i\left(\overset{r}{x}, \overset{s}{u}\right) \end{vmatrix} \qquad (i = 1, 2, 3),$$

où l'on a posé

$$\alpha y_i = \varphi_i\left(\overset{p}{x}, \overset{q}{u}\right), \qquad \beta v_i = \psi_i\left(\overset{r}{x}, \overset{s}{u}\right),$$

φ_i étant un polynôme de dimension p en x_i et q en u_i, et ψ_i étant un polynôme de dimension r en x_i et s en u_i.

» Considérons deux substitutions de cette nature

$$\sigma = \begin{vmatrix} x_i & \varphi_i(x, u) \\ u_i & \psi_i(x, u) \end{vmatrix}, \qquad \sigma' = \begin{vmatrix} x_i & \varphi'_i(x, u) \\ u_i & \psi'_i(x, u) \end{vmatrix};$$

la substitution $\sigma'\sigma$, produit de σ' par σ, sera *par définition*

$$\sigma'\sigma = \begin{vmatrix} x_i & \varphi'_i(\varphi, \psi) \\ u_i & \psi'_i(\varphi, \psi) \end{vmatrix} \qquad (i = 1, 2, 3).$$

» Je suppose expressément d'ailleurs que les substitutions considérées sont des substitutions de *contact*, c'est-à-dire ont le contact des figures pour propriété invariante.

» Une substitution σ, qui vient d'être définie, est linéaire si aucun des quatre entiers p, q, r, s ne dépasse l'unité.

» Théorème I. — *Une substitution linéaire de contact a l'une des deux formes suivantes :*

$$\sigma = \begin{vmatrix} x_i & \sum_j a_{ij} x_j \\ u_i & \sum_j b_{ij} u_j \end{vmatrix} \quad \text{(forme monistique)}$$

ou

$$\tau = \begin{vmatrix} x_i & \sum_j c_{ij} u_j \\ u_i & \sum_j d_{ij} x_j \end{vmatrix} \quad \text{(forme dualistique)},$$

où

$$a_{ij},\quad b_{ij},\quad c_{ij},\quad d_{ij} = \text{const.} \qquad (i,j=1,2,3).$$

» *Corollaire I.* — Une substitution linéaire de contact est birationnelle.

» *Corollaire II.* — Les substitutions linéaires de contact forment un groupe.

» *Corollaire III.* — Les substitutions monistiques forment un groupe, qui ne diffère pas du groupe linéaire habituel à trois variables.

» Soient A et A′ une collinéation et sa *transposée*,

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{pmatrix}, \qquad A' = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{21} & a_{31} \\ a_{12} & a_{22} & a_{32} \\ a_{13} & a_{23} & a_{33} \end{pmatrix};$$

soit AB le produit de deux collinéations A et B. Appelons $A(t)$ l'être géométrique (point ou droite), qui a pour coordonnées les transformées par la collinéation A des coordonnées t_i de l'être géométrique t; on pourra écrire

$$\sigma = \begin{vmatrix} x & A(x) \\ u & B(u) \end{vmatrix}, \qquad \tau = \begin{vmatrix} x & C(u) \\ u & D(x) \end{vmatrix}.$$

» Cela posé, il vient les deux propositions suivantes :

» Théorème II. — *Pour que les substitutions* σ *et* τ *soient de contact, il faut et il suffit que l'on ait* $AB' = 1$, $CD' = 1$.

» Théorème III. — *Tout groupe linéaire de contact* G, *d'ordre fini, s'obtient en combinant un groupe linéaire, d'ordre fini,* g *à trois variables avec la substitution dualistique unique*

$$\tau_0 = \begin{vmatrix} x & u \\ u & x \end{vmatrix},$$

qui échange simplement les deux séries de variables. Si g *contient* n *substitutions,* G *en contient* 2n, *dont* n *dualistiques;* g *est permutable aux substitutions de* G.

» La théorie des groupes linéaires de contact est ainsi ramenée à des théories bien connues et, par suite, complète. »

CHIMIE. — *Sur un procédé de préparation de l'acide orthophosphorique et le titrage des acides phosphorique et arsénique à l'aide de divers indicateurs.* Note de M. **A. Joly**, présentée par M. Debray.

« *Préparation de l'acide phosphorique.* — Je me sers depuis quelques années, pour préparer de l'acide phosphorique parfaitement pur, d'un procédé assez simple pour qu'il y ait quelque intérêt à le signaler.

» On dissout à chaud, dans l'acide chlorhydrique concentré, du phosphate mono-ammonique pur; par refroidissement, du chlorhydrate d'ammoniaque peu soluble dans l'acide concentré se dépose; le liquide acide qui baigne les cristaux est de l'acide phosphorique mélangé d'acide chlorhydrique, retenant encore en dissolution du sel ammoniac. Ce liquide est décanté; le chlorhydrate d'ammoniaque est essoré à la trompe, lavé à plusieurs reprises avec un peu d'acide chlorhydrique; tous les liquides acides sont réunis dans une capsule de porcelaine, chauffés légèrement et additionnés, par portions successives, d'acide nitrique, de façon à détruire l'ammoniaque restante et à éliminer peu à peu l'acide chlorhydrique. Lorsqu'on s'est assuré que la liqueur ne renferme plus d'acide chlorhydrique, on termine l'évaporation dans une capsule de platine. On chasse ainsi l'excès d'acide azotique, et il reste un liquide sirupeux qui peut servir à préparer les deux hydrates cristallisés de l'acide orthophosphorique lorsque, après avoir déterminé sa composition par un titrage, on l'amène à un état convenable de concentration.

» Le phosphate d'ammoniaque du commerce (PhO^8H^3, $2AzH^3$) est trop impur pour servir directement à cette préparation. S'il n'est pas arsénical, on le dissout dans l'eau bouillante; on ajoute de l'acide chlorhydrique jusqu'à ce que le liquide accuse une réaction légèrement acide à l'*orangé*, et, par refroidissement, on obtient une cristallisation du phosphate mono-ammonique, peu soluble à froid, et qu'on débarrasse facilement, par cristallisation, des bases fixes qu'il peut contenir. Si le sel ammoniacal du commerce est arsénical (¹), ce qui arrive le plus souvent, on le purifie tout d'abord par les méthodes connues.

(¹) Les phosphates du commerce et le phosphore lui-même contiennent des quantités assez notables d'arsenic qui proviennent très certainement de l'attaque des matières premières par un acide sulfurique arsénical.

» *Titrage des acides phosphorique et arsénique à l'aide de divers indicateurs.* — *L'acide phosphorique* peut être titré par les alcalis caustiques avec une précision bien suffisante dans la plupart des cas, lorsqu'on se sert comme indicateur de l'*orangé* n° 3 (*Comptes rendus*, t. XCIV, p. 529, 1882); la *phénolphtaléine* qui accuse une basicité voisine de 2, donne des résultats très imparfaits, car la coloration finale passe du violet clair au rouge violacé; quant au *bleu* C4B dont M. Engel a étudié les réactions, il ne me semble pas susceptible d'application précise. Voici en effet les volumes d'une même dissolution de soude ($1^{éq} = 2^{lit}$) accusant la saturation de 50^{cc} d'une dissolution d'acide phosphorique ($1^{éq} = 6^{lit}$ environ) :

	cc	
Orangé	19,9	*Jaune.*
Pthaléine......	39,2	*Violet très pâle.*
	40,1	*Rouge violacé.*
Bleu C4B	41,0	*Bleu gris*, puis *violacé* et décoloration presque complète si la coloration primitive est peu intense.

» L'*acide arsénique* donne des résultats *à peu près* identiques; cependant l'incertitude du virage avec *l'orangé* s'accuse nettement; la liqueur se colore avec la *phtaléine* bien avant que l'on ait versé $2^{éq}$ de base, et en présence du *bleu* C4B le changement de teinte s'accuse un peu après celui que l'on obtient avec la phtaléine.

» Pour titrer les dissolutions d'acide phosphorique et d'acide arsénique, pour étudier la composition de leurs hydrates, je me sers depuis longtemps d'une méthode plus précise. Après avoir additionné le liquide acide de quelques gouttes de phtaléine, je verse une dissolution titrée de baryte jusqu'à ce qu'un précipité gélatineux se forme nettement. Ce précipité est un sel tribarytique qui, au contact du liquide acide qui l'environne, se transforme spontanément ou par l'agitation en un précipité cristallin de sel bibarytique. En versant lentement de l'eau de baryte, on obtient un nouveau précipité gélatineux qui se transforme rapidement, et l'opération est terminée lorsqu'une goutte de baryte donne une coloration d'un rouge intense qui persiste. La transformation du précipité gélatineux est surtout rapide avec l'acide arsénique, et c'est la seule méthode de titrage qu'il soit possible d'employer.

» M. Engel a cru devoir faire précéder ses deux dernières Communications d'un historique fort abrégé de l'emploi des nouveaux indicateurs et insister sur le parti que l'on peut en tirer pour mettre en évidence

les diverses capacités de saturation des acides polybasiques. Je demanderai la permission de faire, à ce sujet, quelques observations.

» Lorsque j'appliquai le premier, je pense, *l'orangé* n° 3 à l'étude de l'acide phosphorique ([1]), j'insistai sur la possibilité d'effectuer des titrages exacts de cet acide, et sur le parti que l'on pourrait tirer de cette réaction pour l'étude de la neutralité chimique dans l'enseignement. A cette même époque, j'essayai d'autres indicateurs et je remarquai que la phtaléine du phénol accusait l'acide phosphorique comme acide bibasique; mais comme la limite de saturation était moins nette qu'avec l'orangé, je me contentai d'instituer quelques expériences de cours qui furent répétées et sont encore faites aux conférences et aux cours publics de la Faculté des Sciences, et que je ne jugeai pas dignes d'être signalées à l'Académie. Cependant, sollicité par quelques personnes que ces expériences avaient intéressées, je publiai ces faits en 1885, en insistant tout particulièrement sur l'étude des mélanges d'acides. J'ignorais alors que M. R. Thomson ([2]) eût observé les mêmes réactions, aussi ne l'ai-je pas cité. D'ailleurs, comme le savant anglais n'avait tiré de ses expériences de saturations en présence de divers indicateurs aucune conclusion soit théorique, soit pratique, je me serais borné, si j'avais connu son travail, à modifier les termes de ma Communication, sans en changer le contenu. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'action de l'acide acétique sur l'essence de térébenthine.* Note de MM. **G. Bouchardat** et **J. Lafont**, présentée par M. Berthelot.

« Nous avons dernièrement montré que l'acide acétique se combine à 100° au térébène en formant un éther acétique d'un camphénol (bornéol) inactif sur la lumière polarisée. Nous avons réalisé de même des combinaisons isomériques de l'acide acétique avec l'essence de térébenthine française lévogyre; seulement l'action, au lieu d'être simple, produisant un composé unique, l'acétate de camphénol inactif est complexe et fournit des dérivés appartenant aux deux séries isomériques des carbures $C^{20}H^{16}$, du

---

([1]) *Sur la saturation de l'acide phosphorique par les bases et sur la neutralité chimique* (*Comptes rendus*, t. XCIV, p. 529; février 1882).

([2]) *Litmus, methyl orange, phenacetoline and phenol phtaleine as indicators* (*Journ. of the Chem. Society*, juin 1883, p. 682; *Chem. News*, t. XLVII, p. 123; 1883).

térébenthène carbure monovalent $C^{20}H^{16}(-)$ et du terpilène carbure bivalent $C^{20}H^{16}(-)(-)$. En même temps, les propriétés de l'essence, qui ne s'est pas combinée à l'acide acétique, sont complètement modifiées.

» Nous avons cherché à nous placer dans des conditions telles que, seule, l'action de l'acide acétique et du temps sur l'essence pût être invoquée sans faire intervenir l'action de la chaleur ou de tout autre agent pouvant faire varier les pouvoirs rotatoires, soit de l'essence, soit des produits formés.

» Nous avons, au commencement du mois de mai 1885, enfermé en vases scellés un mélange de 1^{vol} d'essence parfaitement rectifiée pure et produisant une déviation $\alpha_D = -33°34'$ sous $0^m,10$ d'épaisseur et de 3^{vol} d'acide acétique cristallisable. Ce mélange déviait sous la même épaisseur de $-9°50'$; après dix-huit jours de contact, la déviation atteignait déjà $-10°2'$; après six mois, elle s'élevait à $-12°4'$, soit en tout une variation de $-2°14'$ ou de plus du cinquième de la déviation primitive, de $-8°56'$ si l'on fait abstraction du dissolvant.

» Ces résultats sont en contradiction apparente avec ceux obtenus par M. Berthelot ([1]), qui a constaté qu'à 100° et après trente heures de contact avec de l'acide acétique aqueux et en petite proportion, la déviation imprimée sur $0^m,10$ d'épaisseur par l'essence de térébenthine française diminuait, passant de $-35°,4$ à $-31°,3$ pour la teinte sensible α_j; mais, dans ces conditions, l'action de la chaleur s'ajoute à celle de l'agent chimique. Nous y reviendrons prochainement. Après six mois de contact à une température variant de $+13°$ à $+22°$, nous avons mis fin à l'expérience; le liquide a été additionné d'eau pour enlever la majeure partie de l'acide acétique, lavé avec une solution de carbonate alcalin, desséché, puis soumis à une série de nombreuses distillations fractionnées sous la pression atmosphérique pour les produits volatils avant 180°, sous pression réduite à moins de $0^m,01$ pour les produits supérieurs ([2]). Nous avons pris à chaque distillation le poids et la déviation polarimétrique de chaque fraction; nous nous sommes arrêtés quand nous n'avons plus observé de variations sensibles dans les pouvoirs rotatoires.

250^{gr} d'essence nous ont donné les résultats suivants :

	Température d'ébullition.	Poids.	Déviation sous $0^m,05$ d'épaisseur.
	° °	gr	°
1	155-157	180	−19.20
2	157-160	8	−19.58
3	160-170	8	−23. 0
4	170-180	4	−26.25
5	avant 95° (vide)	4	−19.44
6	95-105	5	+ 1.36
7	105-110	6	−16. 4
8	110-116	19	−28.20

([1]) BERTHELOT, *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXXVIII, p. 44.

([2]) Cette distillation s'opère à l'aide d'un très faible courant gazeux pour éviter les

» Au-dessus de 116° dans le vide, il ne reste plus que 2gr environ de matière passant de 116° à 130° et déviant de — 29° environ. Il ne se forme pas de produits supérieurs.

» La marche des déviations, qui s'accroît d'abord jusqu'à — 26°,25, pour passer ensuite à droite et revenir à gauche, — 28°,20, indique que l'on forme au moins quatre produits différents. La première portion, de beaucoup la plus abondante, a la composition et les propriétés de l'essence de térébenthine primitive $C^{20}H^{16}$; elle en diffère par son pouvoir rotatoire de même sens, mais beaucoup plus élevé, $[\alpha]_D = -44°,95$; alors que celui de l'essence primitive est $[\alpha]_D = -39°,6$. Le monochlorhydrate en lequel elle se transforme presque intégralement a à peu près le même pouvoir rotatoire que celui provenant de l'essence primitive. Nous avons déjà observé une semblable augmentation de pouvoir rotatoire de l'essence de térébenthine dans diverses réactions. Il semblerait d'après cela que cette essence renferme un produit à pouvoir rotatoire variable tendant vers une limite déterminée sous diverses influences. Cette essence modifiée ne renferme pas de camphène; son chlorhydrate se comporte vis-à-vis de l'eau à 15° et à 100° comme le chlorhydrate de térébenthène.

» La seconde et la troisième fraction sont formées de mélanges de ce carbure et du composé suivant, qui constitue la quatrième fraction recueillie de 170° à 180° et passant presque intégralement vers 175°.

» Ce produit a encore la composition de l'essence de térébenthine, sa densité de vapeur est la même, $D = 4,74$. Il possède donc bien la même condensation représentée par la formule $C^{20}H^{16}$. Sa densité est un peu plus faible, $d_0 = 0,86$. Son odeur est différente, se rapprochant de celle de l'essence de citron. Son pouvoir rotatoire est beaucoup plus élevé que celui de l'essence primitive, $[\alpha]_D = -62°15$. Les propriétés chimiques le rapprochent également du citrène $C^{20}H^{16}(-)(-)$, carbure bivalent. Traité par un courant gazeux d'acide chlorhydrique sec, il se solidifie complètement en donnant le composé $C^{20}H^{16}(HCl)^2$, $(Cl = 33,7)$, fondant vers 47°, identique avec le bichlorhydrate de terpilène ou de citrène. C'est donc un *terpilène* actif sur la lumière polarisée, paraissant identique avec celui dont nous avons signalé la formation dans l'action de l'acide chromique sur l'essence de térébenthine.

» Toutes les autres fractions renferment de l'acide acétique combiné aux carbures. Ce sont des monoacétates, mais de propriétés très différentes les unes des autres.

» Le plus abondant passant vers 115°, dans le vide, est un liquide neutre, assez mobile, à odeur rappelant celle de l'essence de thym et de menthe; sa densité est très voisine de celle de l'eau, $D_0 = 0,9827$; son pouvoir rotatoire lévogyre est à 15°

$$[\alpha]_D = -58,4.$$

Sa composition correspond à la formule

$$C^{20}H^{16}(C^4H^4O^4), \qquad C = 73,86, \qquad H = 10,22.$$

---

projections. Nous avons constaté que pour des températures voisines de 110° et pour les corps en question, la température réelle d'ébullition était de 15° à 20° supérieure à la température indiquée par le thermomètre. Cela ne gêne néanmoins pas pour opérer les fractionnements.

» Sa densité de vapeur prise dans la vapeur de toluidine, avec l'appareil Hoffmann, a été trouvée égale à 6,4; densité théorique, 6,6.

» Traité par l'acide chlorhydrique gazeux et à froid, ce monoacétate se transforme en bichlorhydrate d'essence de térébenthine fusible vers 46°-48°; l'acide acétique est déplacé par l'acide chlorhydrique. Mais, en même temps, il y a fixation d'un second équivalent d'hydracide. Il est probable que l'action se passe en deux phases, que l'on peut représenter par les formules

$$C^{20}H^{16}(C^4H^4O^4)(\ -\ ) + HCl = C^{20}H^{16}(C^4H^4O^4)(HCl),$$
$$C^{20}H^{16}(C^4H^4O^4)(HCl) + HCl = C^{20}H^{16}(HCl)(HCl) + C^4H^4O^4.$$

» Cette réaction montre que cet acétate est encore une substance incomplètement saturée, appartenant à la série du terpilène, dont il fournit d'ailleurs le dichlorhydrate. L'acétate passant de 95° à 105° a la même composition que le précédent. Sa densité à 0 est la même, $D_0 = 0,9820$. Son pouvoir rotatoire très faible, $[\alpha]_D = 1°,65$, ne saurait être donné avec certitude. Ce qui, indépendamment du pouvoir rotatoire, différencie ce composé du précédent, c'est qu'il ne fixe pas d'acide chlorhydrique : il se comporte comme un composé complètement saturé, et par là se rattache à la série du térébenthène. Il correspond à un bornéol actif que nous avons pu préparer avec lui. La fraction passant de 105° à 110° est un mélange des deux acétates précédents. Mais le bornéol qui en dérive a un pouvoir rotatoire différent.

» Ainsi, d'après nos expériences, l'acide acétique se combine déjà à froid avec l'essence de térébenthine en donnant des monoacétates appartenant à deux séries entièrement distinctes; en même temps l'essence non combinée est transformée en deux carbures $C^{20}H^{16}$, l'un monovalent, analogue au térébenthène, le second bivalent ou terpilène actif. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur une nouvelle méthode directe pour l'étude de la chaleur animale.* Note de **M. Desplats**, présentée par M. Vulpian.

« La méthode dont je me suis servi pour étudier la chaleur animale est celle du calorimètre à eau de M. Berthelot; l'appareil construit par Golaz se compose de trois parties :

» 1° Une boîte métallique, en cuivre rouge très mince, qui est fermée hermétiquement par un couvercle de même métal, une rondelle de caoutchouc et des vis de pression ; dans l'intérieur de la boîte, se trouve une cage très légère de bois, qui sépare l'animal des parois métalliques; le couvercle porte deux tubes, dont l'un sert à l'entrée de l'air pur ou d'un mélange gazeux contenu dans un ballon de caoutchouc ; l'autre tube, en-

roulé en spirale autour de la boîte, sert à la sortie de l'air expiré et de l'air entraîné.

» 2° Le calorimètre à eau est formé d'un cylindre de cuivre rouge très mince et d'un agitateur; il est enveloppé du cylindre de feutre; les thermomètres calorimétriques de Baudin sont identiques à ceux qu'emploie M. Berthelot.

» 3° L'appareil destiné à recueillir les gaz expirés comprend quatre flacons de Durand, deux à potasse, deux à acide sulfurique; pour faire circuler les gaz à travers cet appareil, je me sers de la disposition suivante qui est due à M. Gréhant: un sac de caoutchouc de 10^{lit} est introduit dans un grand bocal de verre, qui est fermé par un couvercle métallique convenablement assujetti; autour du sac vide, muni d'un robinet extérieur, on fait dans le cylindre un vide partiel, à l'aide d'une trompe de Golaz et d'un régulateur; dès qu'on ouvre le robinet du sac, l'air est aspiré à travers le calorimètre et les barboteurs.

» Cet appareil ne peut servir que pour de petits animaux. La mesure du volume d'air qui a entretenu la respiration se fait dans une cloche graduée, sur l'eau; l'analyse eudiométrique fait connaître exactement le volume et par suite le poids de l'oxygène absorbé. L'acide carbonique exhalé est déterminé par une pesée.

» J'ai fait un grand nombre d'expériences comparatives sur des rats, des cobayes et des moineaux; j'ai mesuré la chaleur dégagée par ces animaux laissés à l'état normal, puis chez les mêmes animaux soumis à l'empoisonnement par l'oxyde de carbone et par l'alcool. Le Tableau suivant contient quelques-uns des résultats que j'ai obtenus :

Nom de l'animal.	Poids.	État de l'animal.	Durée de l'expérience.	Calories dégagées.	CO^2 exhalé.	O absorbé.	Par kilogr. et par heure.		
							Calories.	CO^2.	O.
Rat.....	105^{gr}	Normal.	$\frac{1}{2}$ heure	$1,2^{c}$	$0,28^{gr}$	$0,26^{gr}$	11,4	2,66	2,6
»	168	Id.	Id.	1,88	0,6	0,51	11,1	3,6	3
Cobaye..	94	Id.	Id.	»	»	»	13,4	3,2	2,6
»	105	Id.	Id.	»	»	»	11,5	3,02	2,2
Moineau.	27,5	Id.	1 heure	0,95	0,32	0,276	34,5	11,6	10
Verdier..	23	Id.	Id.	0,82	0,26	0,246	35,65	11,3	10,7
Rat.....	150	Air pur.	$\frac{1}{2}$ heure	0,785	0,17	0,13	»	»	»
»	»	Air + $\frac{1}{200}$ CO	Id.	0,63	0,12	0,11	»	»	»
»	»	Air + $\frac{1}{500}$ CO	Id.	0,6	0,1	0,07	»	»	»
Moineau.	26	Air pur	1 heure	1,12	0,36	0,316	»	»	»
»	»	$\frac{1}{600}$ CO	Id.	0,73	0,18	0,15	»	»	»

Nom de l'animal.	Poids.	État de l'animal.	Durée de l'expérience.	Calories dégagées.	CO^2 exhalé.	O absorbé.	Par kilogr. et par heure.		
							Calories.	CO^2.	O.
Moineau.	26^gr	$\frac{1}{500}$ CO	1 heure	0^c,536	0^gr,14	0^gr,126	»	»	»
Rat.....	120	Normal	$\frac{1}{2}$ heure	1,01	0,25	0,2	»	»	»
»	»	6^cc alcool à 25°	Id.	0,82	0,2	0,15	»	»	»
»	164	Normal	Id.	0,92	0,34	0,27	»	»	»
»	»	Alcoolisé	Id.	0,72	0,26	0,20	»	»	»

» A poids égal et par heure, les oiseaux dégagent trois fois plus de chaleur que les mammifères; ils absorbent trois fois plus d'oxygène et dégagent trois fois plus d'acide carbonique.

» Chez les animaux empoisonnés par l'oxyde de carbone ou par l'alcool, en injection sous-cutanée, la production de chaleur est diminuée sensiblement, et en même temps il y a une diminution notable dans la quantité d'acide carbonique exhalé et d'oxygène absorbé; il semble donc que l'oxyde de carbone et l'alcool ne brûlent point dans l'organisme et ne contribuent pas à produire la chaleur animale.

» Ce sont les publications récentes de M. d'Arsonval et de M. Ch. Richet, sur la chaleur animale, qui m'ont suggéré l'idée d'entreprendre ce travail : il a été fait au Muséum d'Histoire naturelle, dans le laboratoire de Physiologie générale de M. Ch. Rouget. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur les Echinides éocènes de la famille des Spatangidées.* Note de M. G. **Cotteau**, présentée par M. A. Milne Edwards.

« La famille des Spatangidées fait partie de la grande division des *Echinides irréguliers* à aire ambulacraire impaire différente des autres. Telle que j'ai cru devoir la circonscrire, elle est parfaitement caractérisée par ses aires ambulacraires paires pétaloïdes superficielles et par sa plaque madréporiforme traversant l'appareil apical. Cette famille renferme seize genres dont huit seulement ont été rencontrés dans le terrain éocène de la France : *Spatangus* Klein, *Maretia* Gray, *Euspatangus* Agassiz, *Hypsospatangus* Pomel, *Sarcella* Pomel, *Gualtieria* Desor, *Echinocardium* Gray et *Leiopneustes* Cotteau. Ces huit genres sont représentés par vingt-sept espèces appartenant à l'éocène moyen ou à l'éocène supérieur, recueillis soit dans le bassin parisien, soit dans les terrains tertiaires du sud-ouest et du midi de la France. Beaucoup de ces espèces sont nouvelles ; plusieurs d'entre elles, bien que très anciennement connues et citées souvent par les auteurs, n'avaient

jamais été ni décrites ni figurées; leur étude, cependant, est pleine d'intérêt, non seulement au point de vue zoologique, mais encore sous le rapport géologique et stratigraphique; j'indiquerai quelques-uns des types qui m'ont paru les plus curieux.

» SPATANGUS PES EQUULI Lehon. — Remarquable par sa forme élevée, hémisphérique, subconique, par sa face inférieure presque plane et tranchante sur les bords, par ses gros tubercules disposés en séries horizontales régulières, cette espèce se distingue nettement de ses congénères. Indiquée depuis longtemps dans le terrain tertiaire de la Belgique, elle n'avait pas encore été signalée en France.

» MARETIA GRIGNONENSIS (Desmarets), Cotteau. — Cette espèce, mentionnée, pour la première fois, par Desmarets, en 1836, n'est pas très rare; c'est une des espèces caractéristiques de l'éocène moyen du bassin de Paris; les exemplaires qu'on y rencontre, souvent d'une conservation fort belle, n'avaient jamais été décrits ni figurés.

» MARETIA HEBERTI Cotteau. Ce type, tout à fait nouveau, sera toujours facilement reconnaissable à sa face supérieure déprimée, à sa face inférieure parfaitement plane, à son sillon antérieur nul en dessus et très profondément excavé aux approches du péristome.

» EUSPATANGUS ORNATUS (Defrance), Agassiz. Cette espèce, très commune dans les falaises de Biarritz, peut servir de type au genre. Quelques-uns des exemplaires qui proviennent de cette localité sont tellement intacts qu'on peut saisir tous les détails de leur test et les étudier comme s'ils étaient vivants. L'*E. ornatus* se rencontre à Biarritz à plusieurs niveaux. La variété recueillie dans les couches inférieures, à la Gourèpe, diffère du type par sa taille plus forte, par sa forme générale plus dilatée, plus arrondie en avant, par son sillon antérieur plus atténué, par ses gros tubercules plus nombreux et descendant plus bas. Ces différences impriment à cette variété un *facies* qui la fait facilement reconnaître, mais qui ne paraît pas suffisant pour établir une espèce nouvelle.

» EUSPATANGUS PREVOSTI (Desor), Cotteau. C'est encore une espèce connue depuis longtemps, mais qui n'avait jamais été décrite. Très rare dans les collections, elle est intéressante au point de vue géologique et occupe, dans le bassin parisien, un niveau particulier. Elle se trouve à Montmartre, à Argenteuil, à Ludes, à la base de l'éocène supérieur, dans les marnes à *Pholadomya ludensis*. L'exemplaire type provient de la collection Brongniart et appartient à la Sorbonne.

» SARSELLA SULCATA (Haime), Pomel. Le genre *Sarsella* a été séparé avec raison des *Lovenia* par M. Pomel; il s'en éloigne par ses gros tubercules dépourvus à l'intérieur des ampoules qui caractérisent les *Lovenia*, par son périprocte s'ouvrant au sommet d'une aréa plane et lisse. Le *Sarsella sulcata*, l'une des plus belles espèces du genre, a été recueilli à Biarritz et présente, parfaitement distincts, tous les caractères du genre, notamment le fasciole interne. Le genre *Sarsella* existait également dans le bassin de Paris, à l'époque éocène; nous en connaissons une espèce fort rare, *Sarsella Sorigneti*, provenant de Fours (Eure).

» HYPSOSPATANGUS BOUILLEI, Cotteau. — Une seule espèce représente, en France, ce genre nouveau, récemment établi par M. Pomel, voisin des *Macropneustes*, dont il

diffère par ses aires ambulacraires paires superficielles, au lieu d'être excavées. L'*Hypsospatangus Bouillei* a été rencontré, dans l'éocène supérieur de Biarritz où il est fort rare.

» Gualtiera Heberti, Vasseur. — Le genre *Gualtiera* est l'un des plus étranges de la famille des Spatangidées; son fasciole interne coupant aux deux tiers les aires ambulacraires, ainsi que les protubérances très prononcées qui entourent le péristome empêcheront toujours de le confondre avec aucun autre. A côté du *Gualtieria Orbignyi*, type du genre et depuis longtemps décrit et figuré, il existe une seconde espèce, *Gualtieria Heberti*, facilement reconnaissable à sa forme plus large, moins ovoïde et tronquée plus carrément en arrière. Rien dans la nature actuelle ne rappelle ce type particulier qui disparaît avec l'époque éocène.

» La famille des Spatangidées, considérée dans son ensemble et en dehors des terrains éocènes de la France, nous donne les résultats suivants : entièrement inconnue à l'époque secondaire, cette famille commence à se montrer dans le terrain tertiaire et atteint, dès sa première apparition, un grand développement. Sur les seize genres dont elle se compose, quinze se montrent dans le terrain tertiaire; neuf de ces genres, *Loncophorus*, *Leiospatangus*, *Atelospatangus*, *Hypsospatangus*, *Sarsella*, *Gualtieria*, *Tuberaster*, *Leiopneustes* et *Brissolampas*, peuvent être considérés comme caractéristiques du terrain tertiaire et n'en franchissant pas les limites. Les six autres genres, *Spatangus*, *Maretia*, *Euspatangus*, *Plagiobrissus*, *Breynia* et *Echinocardium* se retrouvent dans nos mers : les uns, *Spatangus* et *Echinocardium* dans les mers tempérées, les autres dans les mers chaudes. Un seul genre, *Lovenia*, est propre à l'époque actuelle. »

BOTANIQUE FOSSILE. — *Sur quelques Cycadées houillères.* Note de MM. **B. Renault** et **R. Zeiller**, présentée par M. Daubrée.

« Le nombre des graines fossiles houillères dont l'organisation se rapproche, par certains détails importants, de celle des graines de Cycadées actuelles, a depuis longtemps frappé l'attention des paléontologistes, et cela d'autant plus vivement que le nombre des tiges et des frondes, qu'on peut supposer avec vraisemblance les avoir portées, est extrêmement restreint. En effet, les tiges, dont la structure rappelle celle des troncs de Cycadées vivantes ([1]), sont réparties dans le terrain permien, mais sont presque inconnues dans le terrain houiller. Les frondes de nature cyca-

([1]) Telles que les *Myelopitys*, *Medullosa*, *Colpoxylon*, *Cycadoxylon*, etc.

déenne sont tout aussi rares à l'état d'empreinte, et l'on ne peut guère citer que quelques feuilles incomplètes de *Nœggerathia* et de *Pterophyllum* (¹).

» Il y a là certainement une pénurie de vestiges de ces plantes, que des recherches suivies ne sauraient manquer de faire disparaître. Cette Note a pour but de confirmer cette manière de voir, en mettant en lumière quelques espèces nouvelles, prises dans des genres qui se rattachent plus ou moins directement aux Cycadées actuelles.

» 1° Nous décrirons, en premier lieu, une fronde de *Nœggerathia* longue de $0^m,062$, portant quinze pinnules, trouvée dans les grès houillers de Longpendu, et que nous désignerons sous le nom de *N. Schneideri*. Elle est remarquable par son bon état de conservation.

» Le rachis est grêle, quelque peu flexueux, garni de pinnules persistantes, alternes, s'écartant de leur support commun sous un angle ouvert; le plan des pinnules coupe obliquement le rachis, cela résulte de leur mode d'insertion.

» Les pinnules sont égales, sessiles, entières, oblongues, le bord supérieur un peu plus convexe que le bord inférieur, arrondies au sommet, échancrées à la base, s'insérant obliquement d'arrière en avant sur les côtés et sur la face supérieure du rachis, qu'elle entoure ainsi sur une certaine étendue. Les pinnules mesurent $0^m,021$ en longueur et $0^m,009$ en largeur, leur distance moyenne est de $0^m,008$; elles se recouvrent légèrement sur leurs bords, quand, par une pression extérieure, elles ont été amenées dans le même plan que le rachis.

» Les nervures sont nettes, égales, équidistantes, parallèles, se divisant quelquefois par dichotomie, terminées sans inflexion au contour de la feuille, plus serrées vers la base, d'où elles partent sur tout le contour d'insertion. Sur une largeur de $0^m,01$ on compte 25 nervures; le *N. foliosa* en offre 30 dans la même étendue.

» 2° Nous citerons en second lieu un *Pterophyllum* (²), voisin du *Pterophyllum Grand'Euryi*, Sap., sinon identique. C'est une fronde à rachis

---

(¹) Les vrais *Nœggerathia* ont pour type exclusif le *N. foliosa* de Sternberg. *Fl. der Vorw.*, Vol. I, tab. XX, du terrain houiller moyen, et sont extrêmement rares. Le genre *Pterophyllum* a été signalé dans le terrain houiller de Saint-Étienne par MM. Grand'Eury et de Saporta, *Évolution des phanérogames*, p. 109, *fig*. B.

(²) Ce *Pterophyllum*, trouvé à Montmaillot (Blanzy), nous a été remis, ainsi que le *Nœggerathia* décrit ci-dessus, par M. Reymond, ingénieur des mines de M. Schneider.

épais, large de $0^m,008$, strié longitudinalement; segments de la fronde inégaux, linéaires, insérés perpendiculairement ou subperpendiculairement au rachis, par toute leur base. Nervures très apparentes, égales, parallèles aux bords des segments, sans aucune dichotomie, légèrement décurrentes sur le rachis; on compte 16 ou 17 nervures sur une largeur de $0^m,01$. Des préparations faites sur des lambeaux d'épiderme montrent que cet épiderme est composé de cellules rectangulaires, semblables à celles des *Pterophyllum* triasiques. La largeur des feuilles varie entre $0^m,004$ et $0^m,008$, leur longueur dépasse $0^m,05$; elles sont insérées presque sur les bords du rachis.

» 3° Enfin, nous avons reçu de M. Fayol une série de feuilles, les unes isolées, les autres tenant encore à leur rachis, qui toutes rentrent dans le genre *Zamites;* elles ont été recueillies dans le terrain houiller de Commentry.

» L'examen comparé de ces différentes feuilles nous a amenés à y reconnaître cinq espèces différentes, dont la description détaillée ne saurait, on le comprendra facilement, être faite dans les *Comptes rendus* de l'Académie ; nous n'en signalerons qu'une seule, sous le nom de *Zamites carbonarius*. Cette espèce est représentée par une portion de fronde portant sept pinnules entières, trois d'un côté du rachis, quatre de l'autre, et en plus deux autres pinnules incomplètes.

» Le rachis mesure $0^m,06$ de longueur, $0^m,005$ de largeur, il est épais et sillonné de quelques bandes longitudinales. Les pinnules sont alternes, oblongues, égales, à contour entier, terminées en pointe au sommet, arrondies à la base, qui est munie d'une sorte d'épaississement ou de callosité au point d'insertion; celle-ci se fait à la face supérieure du rachis, sur deux lignes parallèles distantes de $0^m,003$, et l'intervalle qui sépare deux insertions voisines, du même côté, est environ $0^m,013$. Les pinnules sont subperpendiculaires au rachis, longues de $0^m,022$ et larges de $0^m,010$. Les bords supérieurs et inférieurs sont convexes, la convexité est un peu plus marquée au bord supérieur, la forme ovale-aiguë de la feuille est due à la rencontre des deux bords convexes dont la courbure ne se modifie pas. Les nervures sont parallèles, dichotomes, égales, se terminant sans inflexion au contour de la feuille, convergentes à la base vers la callosité d'insertion, dont le contour est arrondi. Le nombre des nervures est d'environ 32 par centimètre.

» Les autres *Zamites* qui accompagnent l'espèce précédente s'en distinguent immédiatement par leur forme, et par leur extrémité dentelée ; ils

sont bien plus voisins sous ce rapport des *Zamia* actuels que le *Zamites carbonarius* et les autres *Zamites* déjà connus; les dents sont plus rapprochées toutefois que dans les *Zamia*, parce que les nervures dont elles sont la terminaison sont plus serrées dans les espèces fossiles que dans les espèces vivantes.

» Le genre Zamites n'a été rencontré jusqu'ici que dans les terrains tertiaires et secondaires, il ne paraît même pas avoir été signalé avec certitude dans le trias. Le type du genre, le *Zamites Feneonis*, abonde surtout dans le corallien. Les espèces trouvées à Commentry ont donc pour conséquence de reculer jusque dans le terrain houiller supérieur l'apparition de ce genre, et d'augmenter le nombre des espèces vraiment cycadéennes qui ont vécu à cette époque. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Moraine sous-lacustre de la barre d'Yvoire, au lac Léman;* par M. **F.-A. Forel**, de Morges.

« Le lac Léman est divisé en deux parties : l'une à l'orient, large, profonde et régulière, le *Grand-Lac;* l'autre à l'occident, du côté de Genève, étroite, peu profonde, à bassin accidenté, formé de plusieurs cuvettes successives, le *Petit-Lac*. C'est au détroit d'Yvoire, large de $3^{km},4$, que se soudent ces deux parties. Les sondages de Le Bèche, en 1819, indiquaient que, sur ce détroit, le sol se relèverait en une barre peu saillante, dominant d'une douzaine de mètres la cuvette située derrière; mes sondages de 1876 ont vérifié ce fait et ont confirmé la profondeur de 61^{m} sur le col de cette barre.

» Quelle est la nature géologique de la barre? Est-elle formée par un banc de molasse miocène; est-ce une moraine glaciaire, comme les collines terrestres voisines? Des dragages, que j'ai pratiqués en septembre 1885, ont confirmé la seconde alternative; ils ont montré que, sans préjuger la nature du sol dans ses profondeurs, il y a, sur la crête de la barre, une véritable moraine. J'y ai recueilli le mélange caractéristique de cailloux brisés, de cailloux roulés et de sables composés de roches diverses, granites, gneiss, quartzites, grès, poudingues, calcaires alpins, provenant évidemment des différentes montagnes du Valais. C'est incontestablement une moraine glaciaire.

» Or, si nous connaissons, près de la rive, de nombreux exemples de moraines dont les blocs et cailloux ont été dégagés des terres par l'érosion

progressive des côtes, c'est la première fois que nous rencontrons dans la région profonde du Léman, sous 60^m d'eau, à plus de 1^{km} de la rive, une moraine qui n'est pas ensevelie sous l'alluvion lacustre moderne. Les eaux du lac sont fréquemment salies par l'eau trouble des affluents, et constamment il se dépose sur le sol une alluvion que nous supposions recouvrir, sous ses couches probablement fort épaisses, tous les accidents du sol primitif. Comment, en ce point spécial, la moraine a-t-elle surnagé au-dessus de cet empâtement général?

» Il s'est passé là un fait analogue à ce que l'on observe dans les montagnes pendant l'hiver : la neige poussiéreuse est balayée par le vent, accumulée dans les dépressions, sur les parties planes, mais est enlevée de toute éminence saillante; les arêtes, les crêtes, les pointes sont absolument à nu, et la roche ou le gazon y apparaît, alors même qu'un tapis de plusieurs décimètres de neige recouvre le sol environnant. C'est ce que j'ai constaté, cet hiver encore, dans les hautes vallées du Jura.

» Il en est de même au fond des lacs. L'alluvion y tombe en flocons, comme la neige; comme celle-ci, elle est balayée par les courants et enlevée des parties saillantes, de la moraine d'Yvoire en particulier.

» Quels sont les courants qui peuvent agir ainsi sur le fond du lac? J'en connais trois ordres différents :

» 1° *Le courant normal du lac qui transporte l'eau des affluents vers l'émissaire.* — Étant connus la hauteur des plus fortes crues du lac (155^{mm} en vingt-quatre heures, le 24 mai 1878), la superficie du Petit-Lac au-dessous du détroit d'Yvoire ($87^{kmq},6$) et le débit de l'émissaire de Genève pour les hauteurs correspondantes du lac, étant connue encore l'aire de section du détroit d'Yvoire (216000^{mq}), je puis calculer la vitesse maxima d'un tel courant. Elle ne dépasse pas, dans les circonstances les plus favorables, $0^m,003$ à la seconde.

» 2° *Le courant des seiches.* — Dans les grandes seiches longitudinales uninodales, il doit y avoir production de courants importants; l'eau faisant une oscillation de balancement sur l'étendue du lac en soixante-treize minutes et la dénivellation de la seiche atteignant à Genève plusieurs décimètres de hauteur ($1^m,9$ dans la plus grande seiche connue), il doit y avoir transport assez rapide de l'eau. En admettant 30^{cm} pour l'amplitude des grandes seiches qui se reproduisent chaque année à Genève, j'obtiens, pour le courant des seiches au détroit d'Yvoire, une vitesse de 25^{mm} à la seconde. De tels courants seraient peu actifs, leur vitesse au contact du sol étant encore ralentie par les frottements. Dubuat demande un courant de

80^{mm} à la seconde pour éroder de l'argile à potier; il est vrai que l'alluvion lacustre récente est extrêmement légère et est facilement mise en mouvement par l'agitation la plus faible de l'eau.

» 3° *Le courant de retour des grands vents.* — En caressant la surface du lac, le vent accumule l'eau sur la rive vers laquelle il souffle; j'ai mesuré une dénivellation de 125^{mm} entre Morges et Genève, pendant la forte bise du 20 décembre 1877. Il en résulte un courant de retour profond, qui marche en sens contraire de la direction du vent. Ce courant peut être fort puissant; nous le voyons tordre et déchirer les filets de pêcheurs, qu'il transporte parfois à des centaines de mètres du point d'arrivage. Je n'ai pas eu l'occasion d'en mesurer la vitesse; mais, d'après ses effets sur les filets, j'estime que sa vitesse doit être considérable et qu'il doit suffire à expliquer l'enlèvement de l'alluvion lacustre déposée sur la crête saillante de la moraine d'Yvoire.

» Cette constatation positive d'une moraine revêtant la barre d'Yvoire est importante à deux points de vue: elle aidera à faire comprendre la structure du Petit-Lac, et de ses bassins ou cuvettes, qui se succèdent au nombre de trois ou quatre jusqu'à Genève; elle confirmera l'existence des barres morainiques au travers de certains lacs, comme celles que la carte hydrographique du lac des Quatre-Cantons nous avait fait supposer l'année dernière.

» Les pierres de la moraine d'Yvoire sont recouvertes d'une mousse intéressante, le *Thamnium alopecurum* Schimper, d'après la détermination de M. le professeur J.-B. Schnetzler, de Lausanne. Jusqu'à présent, on ne connaissait pas, dans les eaux lacustres, cette mousse des eaux courantes et fortement aérées. A la profondeur où nous l'avons trouvée, 54^{m} et 60^{m}, elle est brillamment chlorophyllée et de puissante végétation. Cela nous oblige à étendre considérablement, dans la profondeur, la limite de l'action efficace de la lumière dans les eaux du lac; les plantes vertes que nous avions trouvées le plus bas, la *Nitella foreliana* J. Müller, Arg., ne descend pas au-dessous de 25^{m}.

» Ajoutons, pour terminer, que la moraine d'Yvoire est la station favorite de l'Omble-Chevalier, *Salmo umbla* Linné, le plus délicat des poissons du lac. C'est dans les filets des pêcheurs d'Omble que les premières pierres ont été recueillies par M. F. Bocion, le peintre du Léman, à l'avis duquel nous devons la découverte de ces faits intéressants. »

GÉOLOGIE. — *Carte géologique du Turkestan russe, dressée par MM.* Mouchkétoff *et* Romanovsky. *Six feuilles chromolithographiées. Échelle* $\frac{1}{1260000}$. Note de M. **Venukoff**, présentée par M. Daubrée.

« MM. Mouchkétoff et Romanovsky, professeurs à l'École des Mines de Saint-Pétersbourg, ont passé sept ans (1874-80) au Turkestan avant d'entreprendre leur travail actuel. Grâce à la protection et à la libéralité du Gouverneur général, feu général Kaufmann, ils ont parcouru et exploré tout le pays entre la mer d'Aral et les sources de l'Ayagouz et de l'Ili, depuis les rives désertes du Tchoui et du Balkhach jusqu'à celles de l'Amou-daria. C'est un pays deux fois plus grand que la France, mais offrant cet avantage, au point de vue des recherches géologiques, qu'il est dépourvu de forêts et souvent même de toute végétation, et que les coupes naturelles ne manquent pas.

» La Carte de MM. Mouchkétoff et Romanovsky représente la distribution géographique de vingt formations géologiques, tant éruptives que sédimentaires. On y trouve, distinguées les unes des autres par des couleurs, les formations suivantes : les neiges et les glaciers qui existent encore, malgré la sécheresse extrême du climat, les moraines des glaciers disparus, les dunes ou les sables mouvants, les dépôts fluviatiles et lacustres modernes, notamment le lœss, les dépôts aralo-caspiens de provenance maritime, les terrains tertiaires, crétacés, jurassiques, triasiques, carbonifères, dévoniens, siluriens et azoïques (deux étages), les roches éruptives granites, porphyres, diorites, serpentines et dolérites. Point de basaltes, ni de laves. En outre, la Carte nous indique la position des mines de houille et de métaux, assez nombreuses dans le pays et en partie exploitées par les Russes et par les indigènes; les dépôts de phosphorites ne sont pas oubliés.

» D'après l'aspect de cette Carte, on peut juger de la topographie du pays, car le réseau des fleuves, rivières, routes, etc., y est figuré avec soin. La moitié du Turkestan russe est occupée par les ramifications du Thian-Chan et l'autre est composée, en grande partie, de déserts sablonneux ou argileux. Le khanat de Boukhara et des parties considérables du Khiwa et de la Dzoungarie chinoise sont représentés sur cette même Carte. Les chiffres exprimant l'altitude (en pieds anglais) sont assez nombreux. On trouve des montagnes de 7000^{m} et même au-dessus. »

GÉOLOGIE. — *Sur les rapports qui existent entre les caractères géologiques, topographiques et chimiques du sol et la végétation qui le couvre, dans la Russie centrale.* Note de M. **Venukoff**, présentée par M. Daubrée.

« Une des assemblées provinciales de Russie, celle de Nijni-Novgorod, voulant établir une base pour la distribution rationnelle des impôts fonciers, a confié l'étude du sol de toute la province (51253^{kq}) à un géologue russe distingué, M. Dokoutchaéff, connu surtout par ses recherches sur le tchernosème (terre noire). Celui-ci prit pour collaborateurs plusieurs jeunes gens, bacheliers ès sciences de l'Université de Saint-Pétersbourg, qui, en 1882-1884, explorèrent le pays, sous sa direction immédiate, en dressèrent les cartes géologiques et autres, ainsi que les profils. Comme premier résultat de ces recherches, on vient de publier la description du district de Vassil-Soursk, faite par M. Levinson-Lessing ([1]).

» Ce Volume, dont un tiers est consacré à la géologie du pays, établit les relations constantes qui existent entre le sol et la végétation qui le couvre. Comme on le sait, le tchernosème est le terrain le plus productif pour les céréales. L'humus produit par la décomposition des plantes herbacées, dissous par l'eau des pluies, pénètre dans le sol et le fertilise d'autant plus profondément qu'il est plus poreux. L'analyse du tchernosème, pris sur un plateau horizontal et desséché, a donné sur 100 parties :

Matières minérales	87,9
Matières organiques	11,4
Eau et acide carbonique	0,7

» Les substances minérales contiennent sur 100 :

Potasse	2
Soude	1,3
Chaux	1,4
Magnésie	0,9
Alumine	11,8
Sesquioxyde de fer	3,2

([1]) *Matériaux pour le cadastre scientifique des terres dans la province de Nijni-Novgorod : 1° Description du district de Vassil-Soursk,* Saint-Pétersbourg; 1885. Les dix autres volumes de cette œuvre collective paraîtront prochainement, accompagnés de cartes géologiques et autres.

Sesquioxyde de manganèse	0,04
Acide titanique	0,1
Acide silicique	66,7
Acide phosphorique	0,2
Acide sulfurique	0,004
Chlorure de sodium	0,001

» L'humus renfermant 3,9 pour 100 d'azote.

» La végétation arborescente prospère sur le sol argileux qui, sous l'influence de l'humus, ne devient pas noir, mais seulement noirâtre ou brun. Il est remarquable que les racines des arbres, en pénétrant dans les couches du tchernosème, le décolorent.

M. Ch.-V. Zenger adresse une Note sur « La loi générale du mouvement planétaire, appliquée à la détermination de la durée de rotation du corps central ».

M. Maurice d'Ocagne adresse une Note « Sur une fonction algébrique ».

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 25 janvier 1886.

Anatomie, physiologie, pathologie des vaisseaux lymphatiques considérés chez l'homme et les vertébrés; par Ph.-C. Sappey. Paris, A. Delahaye, 1874; 1 vol. in-f° relié. (Présenté par M. Gosselin.)

Recueil de Mémoires et d'observations sur l'hygiène et la médecine vétérinaires militaires; 2e série, t. XI. Paris, Baudoin, 1885; in-8°.

Annuaire de l'observatoire royal de Bruxelles; par F. Folie, 1886. Bruxelles, F. Hayez, 1885; in-18.

Recherches sur les accidents que provoque la morue altérée; par L.-J.-B. BÉRANGER-FÉRAUD. Paris, J.-B. Baillière, 1885; br. in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Le choléra-morbus asiatique, épidémique ou voyageur : ses spécifiques; par le Dr MESTRE. Bone, imp. Lecore-Carpentier, 1884; in-8°. (Renvoi au concours Bréant.)

L.-C.-E. VIAL. *La chaleur et le froid;* 3e supplément : *Attraction moléculaire.* Paris, imp. Chaix, 1885; in-8°.

E. GUINIER. *Quelques nouvelles observations et expériences relatives à l'accroissement du corps ligneux et à la théorie de la sève descendante.* Gap, imp. Jouglard, 1886; opuscule in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société d'Études des Hautes Alpes.*) [Deux exemplaires.]

Forme des tiges des arbres dicotylédones et conifères; par E. GUINIER. Gap, imp. Jouglard, 1885; in-8°. (Deux exemplaires.)

Compte rendu des travaux de la Société médico-chirurgicale de Liège pendant l'année 1885; *par* le Dr SCHIFFERS. Liège, imp. Vaillant-Carmanne, 1885; br. in-8°.

Washington observations for 1882. Appendix I : *The orbit of Japetus, the outer satellite of Saturne; by* ASAPH HALL. Washington, Government printing office, 1885; in-4°. (Deux exemplaires.)

Transactions of the zoological Society of London; vol. XI, Part 10. London, 1885; in-4°.

The zoological record for 1884; *being volume the twenty-first of the record of zoological literature,* edited by F. JEFFREY BELL. London, John van Voost, 1885; in-8° relié.

Results of astronomical and meteorological observations made at the Radcliffe observatory Oxford, in the year 1882; vol. XL. Oxford, James Parker, 1885; in-8° relié.

Astronomical papers prepared for the use of the american Ephemeris and nautical Almanac; vol. II, Parts III and IV. Washington, Bureau of navigation, Navy department, 1885; in-4°.

Department of the interior. Bulletin of the United States geological Survey; nos 7 à 14. Washington, Government printing office, 1884-1885; 8 livr. in-8°.

Il rimedio del colera. — Il passato è buon documento del presente; pel Dr G. BUDA LONGO. Catania, tipogr. F. Martinez, 1885; 2 br. in-8°. (Renvoi au concours Bréant.)

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 1er FÉVRIER 1886.

Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Colmar; 24e, 25e et 26e années; 1883 à 1885. Colmar, impr. C. Decker, 1885; in-8°.

Supplément au Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Colmar; année 1883-1885. *Tableaux des observations météorologiques faites pendant les années* 1882, 1883 et 1884; *par* M. CH. UMBER. Colmar, lith. Sailé, in-4° oblong.

Anthropologie. Étude des organes, fonctions, maladies de l'homme et de la femme; par ANTONIN BOSSU. Onzième édition. Paris, Blond et Barral, 1886; 3 vol. in-8°, avec atlas. (Présenté par M. le baron Larrey pour le concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Étude sur le recrutement dans la Haute-Savoie (1873-1885). *Étiologie du goître; par* M. le Dr R. LONGUET. Paris, V. Rozier, 1885; in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey pour le concours de Statistique.)

La scrofule et les bains de mer; par le Dr C. VAN MERRIS. Paris, J.-B. Baillière, 1886; in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey pour le concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Chimie de l'unité. Étude comparative des Mathématiques cosmiques par la science de l'Arithmétique naturelle; par V. LE MARCHAND. Caen, impr. Adeline, 1886; in-8°.

Enquête sur le crédit agricole faite sur la demande de M. le Ministre de l'Agriculture et publiée par les soins de J.-A. BARRAL et L. PASSY; t. II. Paris, hôtel de la Société d'Agriculture, 1885; in-8°.

Société centrale d'agriculture de Meurthe-et-Moselle. Congrès agricole et concours régional de Nancy. Compte rendu publié au nom du bureau par H. TISSERANT, juin 1885; Nancy, imp. P. Sordoillet, 1886; in-8°.

Paléontologie française; 2e série : *Végétaux. Terrain jurassique;* livr. 34. Paris, G. Masson, 1886; in-8°. (Présenté par M. Hébert.)

An introduction to practical bacteriology based upon the methods of Koch; by EDGAR M. CROOKSHANK. London, H.-K. Lewis, 1886; in-8° relié.

Index-catalogue of the library of the Surgeongeneral's office United States army; vol. VI : HEASTIE-INSFELDT. Washington, Government Printing Office, 1885; gr. in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 8 FÉVRIER 1886.

Journal du Ciel. Notions populaires d'Astronomie pratique; par J. VINOT. 21e année, 1885. Paris, cour de Rohan, 1886; in-8°.

Esquisse géologique de la Guyane française et des bassins du Parou et du Yarin, d'après les explorations du Dr Crevaux; *par* M. Ch. Vélain. Paris, Société de Géographie, 1886; br. in-8°. (Présenté par M. Hébert.)

Végétation de la région des neiges ou flore des Grands-Mulets (Mont-Blanc.) — Erpétologie, malacologie et paléontologie des environs du Mont-Blanc. — Note sur la végétation de la région des neiges ou florule de la vallée de la mer de glace, au centre du massif du Mont-Blanc. — Catalogue phytostatique de plantes cryptogames cellulaires ou guide du lichénologue au Mont-Blanc. — Guide itinéraire au Mont-Blanc. — Oscillations des quatre grands glaciers de la vallée de Chamonix. — Description pétrographique des roches, des terrains cristallins primaires et sédimentaires du massif de la chaîne du Mont-Blanc. — Florule bryologique ou guide du botaniste au Mont-Blanc. — Deuxième partie: *Plantes cryptogames vasculaires et cellulaires, etc. — Florule du Mont-Blanc. Guide du botaniste et du touriste dans les Alpes Pennines; par* Venance-Payot. Paris, Genève, Lausanne et Lyon, 1860-1884; 10 opuscules in-18 et in-8°.

La vigne et ses parasites. Le phylloxera et son remède rationnel; par P. Serres; t. I. Carcassone, imp. Pomiès, 1885; in-8°.

La circulation et le pouls; par Ch. Ozanam. Paris, J.-B. Baillière, 1886; 1 vol. in-8°, avec Atlas. (Adressé par l'auteur au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Report of the scientific results of the voyage of H.-M.-S. Challenger during the years 1873-76 : *Botany*, vol. I; *Zoology*, vol. XII et XIII. London, J. Murray, 1885; 3 vol. in-4° reliés.

The fixed idea of astronomical theory; by A. Tischner. Leipzig, G. Fock, 1885; in-8°.

Matériaux pour le cadastre scientifique des terres de N. Novgorod, recueillis par le prof. Dokoutchaef et ses collaborateurs en 1882-84. *Description du district de Vassil-Soursk; par* F. Levinson-Lessing. Saint-Pétersbourg, 1885; in-8°. (En langue russe.)

Joh. Andr. Schmeller. Eine denkrede von K. Hofmann. München, 1885; in-4°.

ERRATA.

(Séance du 25 janvier 1886.)

Page 216, ligne 18, *au lieu de* 99, *lisez* 199.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

DISCOURS PRONONCÉS AUX OBSÈQUES DE M. JAMIN.

LE LUNDI 15 FÉVRIER 1886.

Discours de M. J. Bertrand,

AU NOM DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

« Messieurs,

» Jamin avait réalisé toutes les espérances de sa jeunesse. Nous l'avions vu, il y a un an à peine, désirer de nouveaux devoirs, les accomplir avec ardeur et faire briller dans un éclat nouveau sa parole lucide et savante. Tout semblait lui sourire. Sa joie a été courte : quelques mois de fatigue l'ont enlevé à nos travaux, une année de souffrances à notre amitié.

» L'Académie des Sciences, frappée par une perte cruelle, l'avait choisi, le connaissant bien, pour successeur de M. Dumas. La Science le comptait au nombre des inventeurs et des maîtres; son éloquence naguère encore attirait et charmait de nombreux disciples. De cruelles épreuves ne l'ont ni découragé ni troublé ; son affectueuse et douce sérénité a redoublé la sympathie de ses amis et accroît aujourd'hui leurs regrets.

» Jamin est entré à l'École Normale en 1838 ; vanté par ses maîtres, admiré par ses condisciples, qui s'appelaient Puiseux, Briot, Bouquet, Pasteur et Verdet, il a contribué comme eux, avant eux, j'ose le dire, à l'éclat de cette grande École illustre aujourd'hui par les Sciences comme, dès longtemps déjà, elle l'était par les Lettres.

» Les meilleurs élèves sur les bancs de nos écoles, resserrés et captifs

dans la voie prescrite, ralentissent et retiennent l'ardeur de l'invention. Les épreuves dont dépend leur avenir ne laissent aucune place aux libres efforts de la pensée. Cédant à une curiosité plus élevée et plus forte, Jamin éclairait ses profondes études par ces lumières intimes de la méditation dont aucun maître n'enseigne, dont aucun livre ne révèle le secret.

» Chacun, dans les succès du jeune chef de section et dans les mécomptes mêmes d'une imagination trop prompte, voyait l'indice certain de hautes destinées dans la Science.

» On ne s'est pas trompé. Jamin a parcouru la route tout entière et par un continuel progrès atteint glorieusement le sommet. Professeur à tous les degrés, le lycée de Caen, le lycée Louis-le-Grand, l'École Polytechnique et la Faculté des Sciences ont recueilli tour à tour et exercé la savante parole dont l'Académie admirait la justesse et la netteté.

» Les nombreux élèves instruits par ses Leçons et avancés déjà dans la vie disparaîtront à leur tour. L'Académie des Sciences se renouvellera; les vides, hélas! s'y succèdent et l'accablent. Nos savantes écoles sauront les remplir. La Science grandira entre des mains nouvelles et, en appuyant ses vastes assises sur l'œuvre si variée de Jamin, en montrera, sans jamais la démentir, toute l'importance et la fécondité.

» Jamin, bien jeune encore, avait élevé son esprit jusqu'aux audacieuses formules dans lesquelles Cauchy renfermait l'Optique. En admirant la subtilité des preuves et l'abstraction mystérieuse des symboles, il osa les traduire en langue vulgaire, les citer au tribunal des faits, soumettre à des épreuves précises les divinations du grand géomètre, démontrer le premier sa gloire comme physicien et s'y associer en la proclamant.

» Mon dessein ne peut être, dans ce jour de deuil, de rappeler les beaux travaux de Jamin, d'en dire l'importance connue de tous et d'y montrer les vérités fécondes qui, transmises d'âge en âge, feront vivre à jamais son souvenir.

» Tout entière, aujourd'hui, à la douleur d'une séparation trop longtemps prévue, mon amitié ne lui doit qu'un dernier adieu, ma voix, au nom de tous, qu'un témoignage ému et sincère. »

Discours de M. L. Troost,

membre de l'Académie,

au nom de la Faculté des Sciences.

« Messieurs,

» La Faculté des Sciences de Paris, cruellement éprouvée depuis un an, vient rendre un suprême hommage au doyen qu'elle avait espéré conserver pendant de longues années.

» Jules Jamin est né le 31 mai 1818 au village de Termes dans les Ardennes; il était fils d'Antoine-Pierre Jamin, qui, engagé volontaire en 1795, nommé capitaine et décoré sur le champ de bataille de Friedland, avait, après 1815, donné sa démission de colonel de dragons, et s'était retiré dans son pays natal.

» Jamin fut d'abord élève dans une petite pension de la ville de Vouziers, et, comme on lui trouvait d'heureuses dispositions, son père se décida, non sans quelque appréhension sur le résultat, à l'envoyer au collège de Reims. Il fut bientôt rassuré : à la fin de la première année, Jamin avait remporté neuf prix. Il put dès lors continuer ses études, qui, en 1838, furent couronnées par le prix d'honneur des Sciences, dans un concours général entre les collèges de Paris et des départements.

» Au mois d'octobre de la même année, l'élève du collège de Reims était reçu le premier à l'École Normale supérieure, et, trois ans après, en 1841, il en sortait premier agrégé des Sciences physiques.

» Il fut alors envoyé au collège de Caen, où il succéda à Desains qu'il devait retrouver plus tard comme collègue à la Sorbonne, et auquel il ne devait survivre que quelques mois.

Au bout de deux ans, le baron Thenard, qui connaissait bien le personnel des Sciences physiques et en avait la haute direction, le rappela à Paris et lui confia la suppléance d'un Cours de Physique au collège Bourbon (depuis lycée Condorcet). L'année suivante, en 1844, il devenait professeur au collège Louis-le-Grand, y continuait des travaux commencés à Caen, et se faisait recevoir, en 1847, docteur ès sciences physiques, avec une thèse devenue classique, sur la réflexion de la lumière à la surface des métaux.

La précision, l'élégance et la solidité de son enseignement, la valeur de ses travaux scientifiques, tout le désignait pour une chaire de l'enseignement supérieur; aussi, dès 1852, il était nommé professeur de Physique à

l'École Polytechnique; il y fit son cours avec succès pendant vingt-neuf ans, c'est-à-dire jusqu'au mois de mars 1881, où il donna sa démission.

» En 1863, il avait été appelé, comme professeur, à la Faculté des Sciences, où jusqu'au dernier jour il attira un nombreux auditoire avide de l'entendre.

» C'est dans ces deux chaires de la Sorbonne et de l'École Polytechnique qu'il déploya son admirable talent d'exposition, son incomparable habileté à simplifier les questions les plus ardues, à traduire, par des dispositifs d'appareils propres à frapper les regards, la solution de bien des problèmes difficiles. Le charme de sa parole achevait de convaincre, et les plus ignorants étaient étonnés et ravis d'avoir si bien compris.

» Vous rappellerai-je l'immense succès des trois conférences qu'il fit dans le grand amphithéâtre de la Sorbonne pour l'Association scientifique. L'effet qu'il produisit est inoubliable pour tous ceux qui l'ont entendu, pour ceux qui ont pu admirer cette merveilleuse facilité d'élocution, cette admirable clarté de démonstration « qu'on pourrait appeler l'éloquence des Sciences ».

» Les qualités que Jamin déployait dans ses leçons orales se retrouvent dans le *Traité général de Physique,* qui reproduit son Cours de l'École Polytechnique, et où les maîtres aussi bien que les élèves trouvent le tableau exact de l'état actuel de la Science. Il a su, en s'adjoignant un habile collaborateur, le maintenir constamment au courant des progrès accomplis.

» On retrouve à un plus haut degré encore son talent d'exposition dans le *Petit Traité de Physique,* où, sous une forme tout élémentaire, il introduit les théories modernes dans l'explication des phénomènes de la chaleur, de l'électricité et de la lumière.

Jamin n'était pas seulement physicien; son esprit était ouvert à toutes les manifestations de l'intelligence. A l'École Normale, en préparant son agrégation de Physique, il avait trouvé le temps de passer sa licence ès sciences naturelles. A Caen, il allait le dimanche, avec ses élèves, faire des excursions de Botanique et de Géologie.

» Mais c'est seulement à son retour à Paris que sa puissante nature, son esprit élevé, ses goûts distingués purent se développer à l'aise, et que sa belle intelligence put prendre un libre essor. Il fut, d'ailleurs, favorisé par les circonstances. Il s'est toujours rappelé avec bonheur comment, à l'âge de 25 ans, il se trouva tout à coup, enveloppé pour ainsi dire, dans un milieu particulièrement intelligent et éclairé. Il prenait ses repas dans une pension de la rue de l'Estrapade avec plusieurs de ses collègues qui ont

laissé un nom dans la Science ou dans l'Université : avec Lefebvre, l'éminent professeur du collège Rollin, avec Saisset, Barni, Suchet, de La Provostaye, avec Faurie, qui souvent y amenait son ami Sturm. Le dîner était suivi de longues causeries, de dissertations sur les Sciences, sur la Philosophie, la Musique, les Beaux-Arts. Jamin y prenait une part très active, car il était merveilleusement doué pour tout comprendre. Il aimait la musique, il était peintre. Habitué à se lever de grand matin, il dessinait, il peignait, et, le dimanche, il allait, avec un de ses collègues, étudier au Louvre les œuvres des maîtres.

» Il fit le portrait fort réussi de Lefebvre ; sa famille conserve plusieurs de ses toiles, et l'église de Termes possède un tableau de sa composition.

» Il disait que « si les artistes et les savants se souvenaient un peu plus » qu'ils sont soumis à cette nécessité commune d'observer les apparences » optiques des objets naturels, ils mettraient en commun, pour en pro- » fiter séparément, une nombreuse série de faits qui les intéressent au » même degré ». C'est l'idée qu'il a développée dans un de ces articles très remarqués de la *Revue des Deux-Mondes,* qui attestent si bien que chez lui le littérateur était à la hauteur du savant. Mais les arts et la littérature n'occupent que ses heures de loisirs ; il produit en même temps les plus importants de ses travaux scientifiques, travaux qui devaient, en 1868, le faire entrer à l'Académie des Sciences.

» Dans ces recherches, il a embrassé les sujets les plus variés. En dehors de ses travaux d'optique, de magnétisme et d'électricité, qui demeurent ses plus beaux titres de gloire, ses études sur la compressibilité des liquides, sur la capillarité, l'hygrométrie, les chaleurs spécifiques, le point critique des gaz, etc., attestent l'originalité et la souplesse de son génie. Pour lui, enseigner était inventer, et, comme il était professeur dans l'âme, les sujets s'offraient à lui en foule et le trouvaient toujours prêt.

» Par leur ordre historique et leur enchaînement, ses Mémoires offrent le tableau des progrès de la Physique en France depuis le milieu du siècle jusqu'à nos jours. Élève et admirateur de Cauchy, c'est par des travaux d'Optique expérimentale que Jamin a débuté, et c'est aussi à l'Optique qu'il est revenu le plus fréquemment avec une prédilection marquée.

» Il s'applique tout d'abord à imaginer des méthodes de mesure assez délicates pour contrôler les résultats analytiques de Cauchy, et son premier Mémoire est sa belle étude de la réflexion de la lumière à la surface des métaux.

» Il cherche et découvre ensuite la polarisation elliptique de la lumière

réfléchie par les substances vitreuses au voisinage de l'angle de polarisation, prévue par la théorie de Cauchy, et découvre du même coup la polarisation elliptique négative de la fluorine, que personne n'avait soupçonnée.

» Il publie un grand Mémoire sur les anneaux colorés; il invente un appareil d'interférences utilisant la lumière réfléchie sur les faces opposées de plaques épaisses transparentes, et en fait les plus belles et les plus ingénieuses applications.

» Lorsqu'en 1868, notre Confrère M. Duruy, alors Ministre de l'Instruction publique, fonda l'École pratique des Hautes Études et dota les laboratoires de Recherches, Jamin profita des puissants moyens mis à sa disposition. Les progrès si rapides, si imprévus de la science électrique s'imposaient à l'attention générale : ils fournirent un nouvel aliment à son activité. Secondé à la première heure par de jeunes travailleurs encore inexpérimentés, il pense, il agit pour tous, il mène de front dix travaux différents, dont un seul aurait absorbé tous les loisirs, toute la puissance de réflexion d'un chercheur moins infatigable.

» Avec M. Roger, il publie la première étude rationnelle que nous possédions sur les courants magnéto-électriques. Il applique la chaleur dégagée par les courants à l'étude des chaleurs spécifiques, et donne, avec M. Richard, une méthode nouvelle pour mesurer le rapport des deux chaleurs spécifiques des gaz, etc., etc.

» Son influence s'étend bien au delà des limites de son laboratoire; de jeunes professeurs des départements reçoivent de lui des conseils et de précieux encouragements. Il les appelle auprès de lui, mettant à leur disposition toutes les ressources dont il dispose, et s'associant de cœur à leur succès, auquel son appui moral a tant de part.

» Sa critique, toute bienveillante, est d'une merveilleuse sûreté. Il sait reconnaître au premier mot le point faible d'une théorie ou d'une expérience, le fait intéressant à étudier, le résultat capital à mettre en lumière. Et quelle clarté dans la discussion, quel relief dans l'exposition! En entendant Jamin présenter leurs travaux à l'Académie, ses élèves étaient, comme le reste du public, saisis de la netteté de cette analyse : ils ne savaient pas avoir si bien fait.

» Plusieurs d'entre eux sont aujourd'hui des maîtres; ils gardent précieusement la tradition qu'ils ont puisée au Laboratoire de Recherches physiques de la Sorbonne, où ont travaillé MM. Pellat, Duter, Foussereau, Maneuvrier, Krouchkoll et tant d'autres. M. Benoît s'y est préparé, par une thèse : *Sur la résistance des métaux*, aux mesures de précision qu'il poursuit

avec tant de talent au Bureau international des Poids et Mesures; M. Blondlot y a développé dans diverses études, et en particulier dans des recherches *Sur la capacité de polarisation voltaïque*, les qualités d'originalité profonde qu'il apporte dans ses travaux et dans son enseignement à la Faculté des Sciences de Nancy. C'est là que se sont formés deux de ses plus chers élèves, devenus ses collègues à la Faculté des Sciences de Paris : M. Bouty qui a succédé à Desains, et M. Lippmann auquel l'Académie vient d'ouvrir ses portes.

» Cruellement frappé par des deuils de famille, il trouvait au milieu des travailleurs, qui réclamaient constamment son aide et ses conseils, un apaisement à son immense douleur.

» Depuis quelque temps, il semblait surmonter ses chagrins et reprendre une partie de son activité première. Il avait succédé à son illustre maître M. Dumas, comme Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences; personne n'était plus apte que lui à remplir cette délicate fonction. Il avait remplacé M. H. Milne Edwards comme doyen de la Faculté des Sciences; il était à l'apogée de sa réputation.

» Entouré de sa famille, de petits-enfants qu'il adorait, d'élèves reconnaissants et dévoués, il était assuré de l'affection de ses collègues, et comptait parmi ses confrères d'anciennes et très vives amitiés. Il pouvait espérer encore de nombreuses et heureuses années; aussi, est-ce avec un douloureux étonnement qu'on apprit sa grave maladie. D'une robuste constitution, il résista longtemps, un moment on se reprit à espérer, mais il était mortellement atteint.

» La France perd une de ses illustrations, l'Université l'un des professeurs qui l'ont le plus honorée.

» La Faculté des Sciences, privée si prématurément du doyen dont elle conservera à jamais le souvenir, apporte sur cette tombe l'expression de sa douleur et de ses profonds regrets. »

SÉANCE DU LUNDI 15 FÉVRIER 1886.

PRÉSIDENCE DE M. JURIEN DE LA GRAVIÈRE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

La séance est ouverte à $3^h 50^m$.

M. le **Président** donne l'explication de ce retard involontaire : le Bureau a été retenu par une triste cérémonie; il vient de rendre les derniers devoirs à l'éminent Secrétaire perpétuel, si prématurément ravi à ses importantes fonctions, M. Jamin.

En quelques mots, M. le Président évoque la figure sympathique de ce Confrère, cher à l'Académie, dont le talent était aimable comme sa personne, et qui savait si bien se mettre à la portée de toutes les intelligences.

« M. Jamin, dit-il, apportait dans l'exposition des problèmes les plus ardus cette clarté qu'on pourrait appeler la politesse du savant. Quand il prononçait, il y a quelques mois à peine, l'éloge de François Arago, on ne pouvait s'empêcher de songer qu'Arago avait trouvé à la fois, par une coïncidence heureuse, le meilleur des panégyristes et l'homme le plus propre à le remplacer. Entre Arago et Jamin il y avait, en effet, un trait marqué de ressemblance : la lucidité. Tous deux possédaient le don bien rare d'ouvrir à leurs auditeurs une avenue facile vers la Science; les nuages, à leur voix, semblaient se dissiper. »

M. le Président rappelle ensuite avec quelle émotion, avec quelle anxiété les Confrères de M. Jamin se demandaient chaque lundi de ses nouvelles. La maladie suivait son cours implacable, mais la sollicitude d'une famille ingénieuse dans les soins attentifs dont elle entourait le malade, l'habileté sans rivale des médecins qui veillaient à son chevet opéraient le prodige de le conserver pendant six longs mois à l'affection des siens, à celle de ses

nombreux amis. Les souffrances étaient aussi grandes que courageusement supportées.

« Ne disons pas cependant, ajoute M. le Président, que la mort a été, pour notre regretté Confrère, une délivrance : ce serait offrir à ceux qui l'ont aimé une pauvre consolation. La seule pensée qui puisse adoucir notre deuil, c'est l'assurance que l'âme d'élite qui vient de se séparer d'un corps épuisé n'a fait qu'échanger cette vie douloureuse pour une vie meilleure. Notre Confrère connaissait les sentiments d'affection qu'il nous avait à tous inspirés : il a dû emporter, dans ses derniers moments, l'espoir qu'il se survivrait dans cette enceinte, et que nous y conserverions pieusement sa mémoire. Cet espoir ne sera pas trompé : le souvenir de M. Jamin est ici, je ne crains pas de l'affirmer, sous bonne garde. »

M. le **Ministre de l'Instruction publique, des Beaux-Arts et des Cultes** adresse l'ampliation du décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. *Lippmann*, pour remplir la place devenue vacante dans la Section de Physique, par suite du décès de M. P. Desains.

Il est donné lecture de ce décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Lippmann** prend place parmi ses Confrères.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les 172 tornados de 1884 aux États-Unis;* par M. **Faye**.

« J'avais pris pour base d'une étude détaillée des tornados, dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes pour* 1886, un remarquable Rapport de M. Finley, du *Signal Office,* sur les 13 tornados du 29 mai 1879. Ce nombre de 13 fléaux dans la même journée m'avait déjà paru bien effrayant. J'apprends aujourd'hui, par un Rapport sur les tornados de 1884 qui m'est parvenu ces jours-ci, que la journée du 19 février a été plus terrible encore. Il y eut ce jour-là 45 tornados dans les États du sud-est, et voici le résumé de leurs ravages :

» 800 personnes tuées;

» 2500 blessés;

» Près de 10000 maisons et bâtiments divers détruits;

» De 10000 à 15000 habitants privés de leurs foyers et réduits en grand nombre à la misère.

» Les autres tornados de cette année 1884 ont produit aussi des ravages considérables. Le total général, pour l'année, a été de 1054 tués, plus de 3850 blessés; valeur approchée des bâtiments détruits: de 25 à 30 millions de francs.

» Le nombre des tués ou blessés aurait été bien plus considérable si les habitants, avertis par la catastrophe du 19 février, n'avaient suivi, pour la plupart, les conseils émanés du *Signal Office :* creuser, près des maisons, à défaut de caves ou de celliers, des souterrains (*dugs-out*) et s'y réfugier au premier indice d'un tornado.

» Je ne sache pas que les nouvelles de ces désastres se soient répandues jusqu'à nous, ce qui montre combien nous sommes encore séparés de l'Amérique, malgré les journaux, les télégraphes et les vapeurs rapides. La catastrophe du 19 février aurait certainement causé en France une vive émotion, si elle y avait été connue immédiatement.

» Au point de vue scientifique, ce qui paraît définitivement confirmé, c'est que les tornados se forment dans le demi-cercle dangereux des cyclones. On croit même, en Amérique, pouvoir préciser encore plus la région favorable à leur production et la réduire à un octant (¹).

» J'ajoute que, sur toutes les cartes publiées par le *Signal Office*, le mouvement de translation des tornados est totalement indépendant des vents inférieurs, et s'opère parallèlement à celui de leurs cyclones respectifs dont la trajectoire centrale est souvent très éloignée de la région des tornados.

» Ce sont là des faits généraux, de véritable lois d'une grande importance. A eux seuls, ils suffiraient pour montrer combien est illusoire la théorie des savants météorologistes qui font naître les tornados sur place, isolément, en vertu de circonstances toutes locales d'échauffement du sol et du tirage qui viendrait à s'établir, accidentellement, en quelque point des couches d'air les plus basses. Il devient, au contraire, de plus en plus évident que les cyclones se forment en haut, dans les puissants courants supérieurs dont la marche est totalement indépendante des accidents du sol, et que les tornados sont de simples épiphénomènes de même nature mécanique, greffés sur les premiers et se développant dans toute leur énergie orageuse, quand l'atmosphère est saturée d'humidité jusque dans la région des nuées ordinaires (²).

(¹) 1° That there is a definite portion of an area of low pressure within which the conditions for the development of tornados ist most favorable, and this is called the dangerous octant (*Prof. Papers of the Signal Office*, n° XVI, p. 3).

(²) Voir à ce sujet l'*Annuaire du Bureau des Longitudes pour* 1886.

» Il est heureux pour la Science, et pour la sécurité des habitants des États-Unis, que l'étude de ces grands phénomènes soit désormais organisée au moyen d'un personnel spécial sous le nom de *Tornado reporters for the Signal Service*. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

VITICULTURE. — *Sur la défense de la vigne par la destruction de l'œuf du Phylloxera*. Note de M. **P. de Lafitte**.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Il y a trois ans, le *Comité central d'études et de vigilance* de Lot-et-Garonne a commencé des expériences en grande culture, dans trois vignes différentes, pour étudier les effets de la destruction de l'*œuf d'hiver* du Phylloxera sur la durée de la maladie. Le quatrième traitement se fera cet hiver. Des trois traitements faits les années précédentes, le premier fut très défectueux, le second laisse à désirer, celui de 1885 vaut mieux. Malgré ces négligences de préparation et d'exécution, excusables en un début, les premiers résultats s'accusent nettement, surtout chez l'un de nous, M. le marquis d'Auber de Peyrelongue. La diminution du nombre des insectes, reconnue par M. de Peyrelongue et contrôlée par M. le Dr Henneguy, est telle, que mon collègue nous déclarait ces jours-ci son intention de se remettre à planter exclusivement de la vigne française, assuré qu'il se croyait de pouvoir la défendre par le badigeonnage seul, dont la dépense ne va pas à 60 francs par hectare. Dans la vigne traitée sous ma direction, la diminution du nombre des insectes n'est pas douteuse, mais elle est moins avancée; M. Balbiani n'y a trouvé, en 1885, que des insectes pauvrement pourvus de graines ovariques, c'est-à-dire dans un état de dégénérescence prononcé. La troisième vigne, paraissant indemne lors du premier traitement, le paraît encore, tandis que dans le voisinage les dernières vignes achèvent de mourir.

» Toutefois, si les résultats sont bien tels, pour le moment, que nous pouvions l'espérer, nous n'en restons pas moins dans la période expérimentale, et j'aurais attendu que l'expérience fût plus avancée pour en rendre compte à l'Académie, si la Note de M. Boiteau ne venait annuellement décourager, bien à tort, quelques viticulteurs et en refroidir un assez bon nombre. Dans une étude parue dans la *Revue scientifique* du 23 avril 1881, à un moment où l'expérience de M. Boiteau n'était ni commencée ni an-

noncée, j'ai démontré par avance qu'une expérience ainsi conçue, quel qu'en fût le dénouement, ne pouvait rien apprendre sur la dégénérescence des générations parthénogénésiques du Phylloxera. Je ne puis ici, comme je l'ai fait l'année dernière, que me référer à ce travail. J'en mentionnerai seulement une observation : la ponte d'un insecte ayant une durée de plusieurs mois, l'insecte qui proviendra du premier œuf pondu naîtra, puis pondra à son tour plusieurs mois avant celui qui sortira du dernier; en sorte que, si l'on compte les générations qui composent chacune des branches de la famille issue d'un ancêtre commun, on les trouvera bien plus nombreuses, à un moment donné, dans la branche aînée que dans les branches les plus jeunes; et il en résulte qu'on peut avoir en même temps, dans des tubes d'élevage, des insectes inégalement éloignés du point de départ, quant au nombre des générations. M. Boiteau, qui n'a noté que trois générations nouvelles en 1884, en a compté quatre en 1885, ce qui serait la loi renversée; cette contradiction montre combien ce dénombrement est illusoire. Or il est probable, sinon certain, que c'est en passant d'une génération à la suivante que se produit la dégénérescence observée et décrite par M. Balbiani; que, dès lors, cette dégénérescence dépend du nombre des générations qui se sont succédé, et que les différentes branches de la famille s'éteindront successivement, chacune d'autant plus vite qu'elles descendront de l'*œuf d'hiver* par un plus grand nombre de générations.

» Ces considérations fournissent, je crois, l'interprétation vraie d'un fait dont M. Boiteau parle pour la première fois cette année : la stérilisation d'un certain nombre de tubes d'élevage; ce seraient les branches où les générations se sont succédé le plus rapidement, qui commenceraient à s'éteindre. L'extinction par un *défaut d'aliments* n'est pas admissible chez un observateur aussi habile que M. Boiteau. N'étaient les vices irrémissibles de l'expérience elle-même, ces premières constatations seraient de bon augure.

» Quoi qu'il en soit, l'expérience dans le vignoble se continue cette année avec entrain. M. le Ministre de l'Agriculture a accordé 18000^{fr} pour subventionner les traitements par le badigeonnage sur 600^{ha}; cette somme est depuis longtemps épuisée, sans que les derniers venus en soient découragés; ils traitent sans subvention. C'est de cette grande expérience seule qu'il faut attendre la solution de ce beau problème scientifique; toute autre méthode est impuissante, je ne dis pas seulement à le résoudre, mais à l'éclairer dans quelque mesure que ce soit. »

M. **Villedieu** adresse, de Montélimar (Drôme), une Note sur un procédé préventif contre le Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. F. **Dardanne** adresse, de Dieppe, une Note sur un procédé pour combattre le mildew.

(Renvoi à la Commission du mildew.)

M. **Apatowski** adresse, pour le concours du prix Barbier, une Note concernant divers faits d'Anatomie pathologique.

(Renvoi à la Commission du prix Barbier.)

M. **Smythies** adresse, pour le concours du prix Francœur, des recherches relatives au « Problème du mouvement des atomes ».

(Renvoi à la Commission.)

CORRESPONDANCE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les périodes des intégrales doubles.* Note de M. **E. Picard**, présentée par M. Hermite.

« Dans une Communication récente, j'ai indiqué, d'après d'anciennes recherches, un premier point de vue auquel on peut se placer en cherchant à étendre la notion de période aux intégrales doubles de fonctions algébriques ; ce point de vue se présente naturellement quand on veut envisager l'intégrale double

$$\int_{x_0}^{x}\int_{y_0}^{y}\frac{Q(x, y, z)\,dx\,dy}{f'_z},$$

comme fonction des deux variables x et y.

» En continuant mes recherches sur les fonctions hyperfuchsiennes et, particulièrement, sur les divers ordres de connexité des groupes hyperfuchsiens, j'avais été conduit à considérer la question sous un autre aspect. Les belles études de M. Poincaré sur les résidus des intégrales doubles

donnant quelque actualité à ces questions, je voudrais indiquer le second point de vue auquel je me suis placé pour cette notion des périodes des intégrales doubles de fonctions algébriques.

» Je considère d'abord une surface algébrique dont les coordonnées s'expriment par des fonctions hyperfuchsiennes de deux paramètres u et v. Soit δ le domaine fondamental du groupe; ce domaine à quatre dimensions est limité par certains espaces à trois dimensions, dont les points se correspondent respectivement deux à deux par les substitutions fondamentales du groupe et devront, dans la suite, être considérés comme confondus. C'est ainsi que nous disons qu'un espace à m dimensions ($m < 4$), contenu dans δ, est *fermé* quand les points où cet espace rencontre la limite de δ se correspondent deux à deux par une substitution du groupe. Nous allons, dans ce qui va suivre, considérer de tels espaces fermés S à *deux* dimensions, contenus dans δ.

» Ceci posé, l'intégrale double de première espèce

$$\int\int \frac{Q(x, y, z)\,dx\,dy}{f'_z}$$

devient, en remplaçant x, y, z par leur valeur en u et v,

$$\int\int G(u, v)\,du\,dv,$$

où $G(u, v)$ est une fonction uniforme et continue de u et v dans toute l'hypersphère à l'intérieur de laquelle sont définies x, y et z.

» Envisageons alors cette dernière intégrale double en faisant la sommation pour le *continuum* à deux dimensions formé par un espace S défini plus haut; on pourra appeler ces intégrales *les périodes de l'intégrale double*.

» Il est manifeste que ces notions s'étendent à des surfaces algébriques quelconques : j'ai raisonné sur une surface dont les coordonnées s'expriment par des fonctions hyperfuchsiennes, car le polyèdre fondamental donne une idée extrêmement nette des surfaces S d'intégration correspondantes; ce cas particulier conduit immédiatement dans le cas général à la notion de surfaces cycliques d'intégration, analogues aux cycles que l'on rencontre dans la théorie des intégrales abéliennes. Je donnerai prochainement quelques exemples des notions générales qui précèdent. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie des réciprocants.* Note de M. **R. Perrin.**

« L'étude des nouvelles formes que M. Sylvester vient d'introduire dans l'Analyse, sous le nom de *réciprocants,* est notablement simplifiée par l'emploi de quelques théorèmes très généraux que je demande à l'Académie la permission de lui communiquer.

» Si l'on note avec l'illustre géomètre par t, $2a$, $2.3b$, $2.3.4c$, ... les dérivées $\frac{dy}{dx}$, $\frac{d^2y}{dx^2}$, ..., un réciprocant peut être défini comme une fonction de t, a, b, c, ... satisfaisant identiquement à la relation

$$F(t, a, b, c, \ldots) = \pm t^\lambda F\left(\frac{1}{t}, \frac{-a}{t^3}, \frac{2a^2 - tb}{t^5}, \frac{-5a^3 + 5tab - t^2c}{t^7}, \ldots\right),$$

où les éléments de la seconde parenthèse sont les expressions, en fonction de t, a, b, ..., des quantités τ, α, β, ... qui leur correspondent quand on regarde y comme variable et x comme fonction de y.

» Je dirai que λ est la *classe* du réciprocant. Conservant pour le surplus les notations de M. Sylvester, voici les théorèmes dont il s'agit :

» I. *Si* R, R′ *sont deux réciprocants quelconques (purs ou mixtes) de classes* λ *et* λ', $\lambda' R' \frac{dR}{dx} - \lambda R \frac{dR'}{dx}$ *sera un réciprocant de classe* $\lambda + \lambda' + 1$, *et de caractère pair ou impair, suivant que* R *et* R′ *sont ou non de même caractère.*

» J'appellerai ce réciprocant le jacobien J de R et R′.

» Le théorème, presque évident puisque l'équation $J = 0$ résulte de l'élimination de la constante arbitraire k dans l'équation réciprocante $R^{\lambda'} = kR'^{\lambda}$, est facile à établir rigoureusement; il permet de déduire des réciprocants d'ordre j ceux d'ordre $j+1$, et notamment d'obtenir de proche en proche, en partant des deux protomorphes les plus simples, savoir $A_0 = a$, $A_1 = 4ac - 5b^2$, les protomorphes successifs des divers ordres, dont l'existence devient dès lors évidente. Ainsi le jacobien de A_0 et A_1 n'est autre que le protomorphe du cinquième ordre

$$A_2 = \frac{1}{60}\left[3A_0 \frac{dA_1}{dx} - 8A_1 \frac{dA_0}{dx}\right] = a^2 d - 3abc + 2b^3$$

[ce qui montre en passant que l'équation différentielle des coniques $A_2 = 0$ admet comme intégrale première celle-ci, $a^8 = k(4ac - 5b^2)^3$].

» De même, en ajoutant $\frac{72}{25}A_1^2$ au jacobien de A_0 et A_2 et divisant par $\frac{9}{25}A_0$, on obtient le protomorphe du sixième ordre

$$A_3 = 50a^2e - 175abd + 28ac^2 + 105b^2c.$$

» Celui du septième ordre A_4, que M. Sylvester a calculé au moyen de son opérateur $V = 2a^2\frac{d}{db} + 5ab\frac{d}{dc} + \ldots$, est simplement le jacobien de A_0 et A_3, savoir

$$A_4 = \frac{1}{105}\left[3A_0\frac{dA_3}{dx} - 13A_3\frac{dA_0}{dx}\right].$$

» Enfin celui du huitième ordre, A_5, s'obtient d'une manière analogue à A_3, en posant

$$3000A_0^2A_5 = 175J(A_0, A_4) + 663A_1A_3 - 5076A_0T,$$

T étant le réciprocant connu $800a^2ce - 1000ab^2e + \ldots$; d'où

$$\begin{aligned} A_5 = 14a^2g - 63abf - 1350ace + 1470ad^2 \\ + 1782b^2e - 4158bcd + 2310c^3, \end{aligned}$$

et ainsi de suite.

» En appliquant l'opérateur V au jacobien de a et d'un réciprocant pur R, on démontre que :

» II. *Tout réciprocant pur* R, *de classe* λ, *satisfait à l'équation différentielle*

$$V\left(\frac{dR}{dx}\right) = 2\lambda aR.$$

» Il convient d'ajouter que la réciproque n'a pas lieu.

» III. *Si* R *et* R' *sont deux réciprocants (purs ou mixtes) de classes* λ *et* λ', *l'expression*

$$\begin{aligned} \lambda(2\lambda+1)tR\frac{d^2R'}{dx^2} - (2\lambda+1)(2\lambda'+1)t\frac{dR}{dx}\frac{dR'}{dx} \\ + \lambda'(2\lambda'+1)tR'\frac{d^2R}{dx^2} - 6\lambda\lambda'(\lambda+\lambda'+1)bRR' \end{aligned}$$

sera un réciprocant de classe $\lambda+\lambda'+4$, *et de caractère pair ou impair, suivant que* R *et* R' *sont ou non de même caractère.*

» IV. *Si* R *est un réciprocant quelconque de classe* λ,

$$5a\frac{d^2R}{dx^2} - 5(2\lambda+1)b\frac{dR}{dx} + 4\lambda(\lambda-1)cR$$

sera un réciprocant de classe $\lambda+5$ *et de caractère opposé à* R.

» Les théorèmes qui suivent concernent des propriétés des réciprocants complètement identiques à celles des sous-invariants [1].

» V. *Les dérivées successives d'un réciprocant (pur ou mixte), prises par rapport à la dérivée de l'ordre le plus élevé qui y figure, sont encore des réciprocants de caractère alternativement pair ou impair.*

» VI. *Soient donnés autant de réciprocants que l'on voudra, purs ou mixtes, du même ordre; si l'on y remplace la dérivée de l'ordre le plus élevé par le rapport $\frac{\xi}{\eta}$ de deux variables homogènes, et qu'on les considère comme des formes binaires indépendantes aux variables ξ, η, tout covariant, invariant ou sous-invariant de ce système de formes sera encore un réciprocant.*

» Appelons *résidu d'un réciprocant* la partie qui ne renferme pas la dérivée de l'ordre le plus élevé :

» VII. *Tout réciprocant pur est déterminé et complètement calculable lorsqu'on connaît son résidu; la recherche des* Grundformen *se ramène donc à celle de leurs résidus.*

» VIII. *Tout invariant différentiel étant à la fois réciprocant pur et sous-invariant, et réciproquement, les théorèmes* V, VI, VII *sont vrais pour les invariants différentiels* [2].

» Je terminerai en donnant l'expression suivante de l'invariant différentiel Δ de M. Halphen, en fonction des protomorphes $A_0, A_1, \ldots, A_4$:

$$\Delta = \frac{1}{2500}(250 A_0 A_2 A_4 + 16 A_0 A_1^2 A_3 - A_0^2 A_3^2 - 2375 A_1 A_2^2 - 64 A_1^4). \text{ »}$$

GÉOMÉTRIE CINÉMATIQUE. — *Sur la polhodie et l'herpolhodie.* Note de M. **A. Mannheim.**

« Reprenons les notations de mes deux dernières Communications. Le point m de G décrit un ellipsoïde lorsque cette droite se déplace de façon que les points α, β, γ, où elle rencontre les plans principaux de (H), restent sur ces plans. De même, le point m appartient à l'ellipsoïde engendré de la même manière au moyen de L. La trajectoire (m), que décrit m pendant la

---

(1) *Voir* à ce sujet ma Note sur les résidus des invariants et covariants des formes binaires, tome XI du *Bulletin de la Société mathématique de France.*

(2) C'est, d'ailleurs, sur un cas particulier du théorème V, démontré par lui directement pour les invariants différentiels, que M. Halphen a fondé sa belle théorie de ces formes.

déformation de (H), est donc l'intersection de deux ellipsoïdes concentriques, dont les axes sont dirigés suivant ox, oy, oz. Par (m), on peut alors faire passer une infinité d'ellipsoïdes. Prenons (E), qui est tangent en m au plan (π) mené perpendiculairement à G en m, c'est-à-dire qui a pour normale G. Cela est possible, en supposant m d'un même côté de α, β, γ sur G, puisque cette droite est normale à (m). La normale à (E), dont le pied est m_1, étant partagée par les plans principaux en segments proportionnels à $m\alpha$, $m\beta$, $m\gamma$, n'est autre que la position G_1 de G que prend cette droite lorsque, après la déformation de (H), le point m est venu en m_1. Le plan tangent en m_1 à (E) est alors la position que prend (π), entraîné avec G, lorsque cette droite est venue en G_1. Mais nous avons démontré qu'un plan perpendiculaire à G et entraîné avec cette droite reste tangent à une sphère de centre o; donc [1] *la courbe* (m) *est le lieu des points de contact des plans tangents communs à* (E) *et à une sphère concentrique: cette courbe est alors une polhodie* [2].

» Pendant la déformation de (H), la droite G coïncide successivement avec les génératrices de la normalie à (E) dont la directrice est la polhodie (m). D'après ce qui précède, si l'on porte sur les génératrices de cette normalie, et à partir des points de (m), des segments égaux au segment arbitraire mn, les extrémités de ces segments appartiennent à une polhodie relative à l'ellipsoïde qui a pour axes ox, oy, oz, et qui est normal en n à G.

» Soient $\overline{a}$ le demi grand axe de (E) et t le pied de la perpendiculaire abaissée de o sur G; on a $m\alpha \times mt = \overline{a}^2$; de même pour les autres axes de (E).

» Pour l'ellipsoïde normal à G en n, on a $nt(nm + m\alpha) = \overline{a'}^2$, en appelant $\overline{a'}$ son demi grand axe.

» Cette relation, en tenant compte de la précédente, peut s'écrire

$$nt\left(nm + \frac{\overline{a}^2}{mt}\right) = \overline{a'}^2 \qquad \text{ou} \qquad \overline{a}^2\frac{nt}{mt} + nm \times nt = \overline{a'}^2.$$

» Pour les autres axes de l'ellipsoïde normal à G au point n, on a des relations analogues dans lesquelles mn, mt, nt sont de longueurs con-

---

(1) Darboux, *loc. cit.*

(2) On sait que la courbe de contact de ces plans et de la sphère est sur un cône du second degré dont le sommet est o; donc, *pendant la déformation de* (H), *la génératrice* G *est successivement parallèle aux génératrices d'un cône du second degré.*

stantes. Ces relations montrent que : *l'ellipsoïde normal à* G *en n est homofocal à un ellipsoïde homothétique à* (E) [1].

» Nous avons pris l'ellipsoïde (E) normal à G en *m*. On a aussi un ellipsoïde normal en *m* à L et ce que nous avons dit pour (E) peut se répéter pour ce dernier ellipsoïde, c'est-à-dire que (*m*) est une polhodie sur cette surface : donc *la courbe* (*m*) *est une polhodie de deux manières différentes*.

» J'ai trouvé [2] que *la normale en m à une surface du second ordre a pour polaire, par rapport à cette surface, l'axe de courbure de la ligne d'intersection des surfaces homofocales à celle-ci, qui passent par m*.

» D'après cela, on a l'axe de courbure de la polhodie (*m*) en prenant, par rapport à (H), la polaire de la normale en *m* à cette surface.

» Ceci est vrai pour les axes de courbure de toutes les polhodies décrites simultanément par les points de G. Mais les normales à (H) dont les pieds sont sur G forment un paraboloïde de normales à (H); on voit donc que *par rapport à* (H) *la polaire réciproque du paraboloïde des normales à cette surface le long de* G *est l'hyperboloïde des axes de courbure des trajectoires des points de* G.

» Parmi les génératrices de cet hyperboloïde, il y a celles qui sont les axes de courbure des trajectoires des points α, β, γ, droites qui sont perpendiculaires aux plans principaux de (H). Ces droites sont alors parallèles aux arêtes d'un trièdre trirectangle. On peut donc placer un pareil trièdre sur le cône directeur de l'hyperboloïde des axes de courbure des trajectoires des points de G et, par suite, il y a une infinité d'autres trièdres trirectangles sur ce cône. La droite G étant une génératrice de cet hyperboloïde, il y a alors deux génératrices de cette surface qui sont perpendiculaires entre elles et qui sont perpendiculaires à G; mais ces génératrices sont des axes de courbure pour des polhodies décrites par deux points de G; on voit donc qu'*il y a deux points de* G *qui décrivent des polhodies dont les plans osculateurs en ces points sont tangents à la surface* (G) *engendrée par* G; *ces deux plans osculateurs sont perpendiculaires l'un à l'autre*.

» L'axe de courbure de la trajectoire d'un point quelconque de G passe par le point où la surface (G) est touchée par le plan normal en ce point à cette trajectoire, plan qui est aussi normal à (G).

» D'après cela, *le point central sur* G *décrit une trajectoire qui a pour axe de courbure une parallèle à* G [3].

---

(1) Darboux, *loc. cit.*

(2) *Proceedings of the Royal Society* (4 mars 1882).

(3) On peut encore arriver ainsi à ce résultat. Le plan (*o*, G) est normal à (H) au

» Fixons le plan (π) et faisons rouler sur ce plan l'ellipsoïde (E) dont le centre reste fixe. Les points de contact de (E) et de (π) appartiennent à une herpolhodie (σ). Si (E) touche (π) au point m, l'herpolhodie (σ) est tangente en ce point à la polhodie (m). Il suffit donc de déformer (H) de façon que, o étant fixe, la droite G reste perpendiculaire à (π) et que m se déplace sur (π) normalement à (H) pour que ce point décrive (σ).

» Prenons l'hyperboloïde $\left(\frac{\text{H}}{2}\right)$, homothétique à (H), m étant le centre d'homothétie et $\frac{1}{2}$ le rapport d'homothétie. Cet hyperboloïde contient G, L, ainsi que la perpendiculaire O abaissée de o sur (π), droite qui est l'homologue de la génératrice de (H), parallèle à G. Si $\left(\frac{\text{H}}{2}\right)$ est articulé, comme il contient G et L, il se déformera en même temps que (H), sans cesser de contenir O, et m se déplaçant sur (π) normalement à $\left(\frac{\text{H}}{2}\right)$ décrit toujours (σ).

» Les segments des génératrices de $\left(\frac{\text{H}}{2}\right)$, compris entre L et O, sont de grandeurs constantes; donc *tous les points de* L *se déplacent simultanément sur des sphères dont les centres sont sur* O; *le point m reste sur* (π), *et, s'il se déplace normalement à* L, *il décrit une herpolhodie* ([1]).

» Dans une prochaine Communication, j'étudierai directement les déplacements d'une droite L dont trois points sont liés à trois points fixes d'une droite O. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations spectroscopiques de la nouvelle étoile, faites à Nice par MM. Perrotin et Thollon.* Note de M. **L. Thollon**, présentée par M. l'amiral Mouchez.

« Dès que l'étoile découverte par M. Gore dans la constellation d'Orion nous eut été signalée, nous nous empressâmes de l'étudier au spectroscope. Nous constatâmes qu'elle présentait un beau spectre de bandes s'étendant très loin dans le violet. Ce qui nous frappa tout d'abord fut l'éclat remar-

---

point central sur G. Ce plan contient alors la normale en ce point à (H) et cette normale a pour polaire, par rapport à (H), une droite qui passe par le pôle du plan (o, G), c'est-à-dire par le point qui est à l'infini sur G : donc, etc.

([1]) M. Darboux, à qui l'on doit ce théorème et cette démonstration, a fait remarquer qu'on peut alors décrire un plan au moyen d'un appareil composé de quatre tiges articulées; j'ajoute qu'une droite dans l'espace peut alors être décrite au moyen d'un appareil composé de huit tiges articulées.

quable du rouge et surtout du vert, tandis que le jaune était relativement sombre. Cette particularité nous suggéra d'abord l'idée que nous nous trouvions en présence d'un spectre de bandes brillantes, analogue à celui des comètes, mais bien plus compliqué. Les observations comparatives faites sur α d'Orion nous confirmèrent dans cette idée. Cette étoile, en effet, montre avec une parfaite évidence un spectre continu conservant partout l'éclat qui lui est propre et coupé par des bandes et raies obscures. Il nous parut qu'il y avait lieu de pousser plus loin notre étude en effectuant des mesures aussi précises que le comportait le faible éclat de l'astre.

» Ayant adapté à mon spectroscope stellaire un bon micromètre, je cherchai la meilleure disposition à prendre pour donner au spectre la largeur convenable. Après quelques tâtonnements, je trouvai qu'une lentille cylindrique divergente placée au devant de la fente donnait d'excellents résultats, d'abord parce qu'elle ne contrarie en rien l'emploi du micromètre, ensuite parce que, en faisant varier sa distance à la fente, on peut à volonté faire varier la largeur du spectre et donner aux détails qu'il présente leur maximum de visibilité.

» Les mesures ont pu être faites dans les soirées du 11 et du 12 janvier, et ont donné les résultats suivants, traduits en longueurs d'onde :

		11 janvier.	12 janvier.	Nombres de M. Düner (1) pour α d'Orion.
Rouge	1re bande.....	660	663,5	1 C = 664,3
	2e bande.....	615,2	611,3	2 F = 616,0
Jaune	3e bande.....	588		3 F = 585,7
Vert	4e bande.....	560	567,5	4 F = 558,9
	5e bande.....	540	531	5 F = 545,0
	6e bande.....	504	506	8 F = 503,5
Bleu	7e bande.....	485	485	9 C = 485,7

» Ces déterminations ont été faites avec l'équatorial de 14 pouces. Un accident survenu au mécanisme empêchait l'instrument de suivre avec précision le mouvement de l'étoile dont l'image sortait à chaque instant de la fente du spectroscope. Dans ces conditions je n'ai pu mesurer qu'une seule fois par soirée la position de chaque bande et cela avec de très grandes difficultés. Si l'on tient compte en outre de la faible intensité lumineuse du

---

(1) Dans la notation de Düner, la lettre C placée après le numéro de la bande indique le bord le moins réfrangible et la lettre F le bord le plus réfrangible.

spectre, il y a lieu d'être plus surpris de l'accord que du désaccord des résultats. Depuis le 12 janvier, la présence de la Lune ou le mauvais temps nous ont empêché de reprendre nos déterminations. Du reste, celles qui ont été faites suffisent, telles qu'elles sont, à établir que la nouvelle étoile appartient bien au même type que α d'Orion. Il est néanmoins bien singulier que son spectre, si brillant dans le vert, ait si peu d'éclat dans le jaune.

» Dans la soirée du 11, où les images étaient excellentes, la première bande du vert se voyait triple, ainsi que cela se trouve consigné dans le cahier d'observations. Cette remarque a un certain intérêt, car cette bande est triple dans α d'Orion et ne l'est pas dans α d'Hercule, qui appartient au même type. »

PHYSIQUE. — *Sur la déviation des lignes équipotentielles et la variation de résistance du bismuth dans un champ magnétique* (1). Note de M. Leduc, présentée par M. Mascart.

« *Variations de la résistance du bismuth.* — J'ai opéré sur une lame de bismuth de $0^m,055$ de longueur, de $0^m,032$ de largeur et dont l'épaisseur moyenne, calculée d'après sa résistance, serait de $0^m,0233$.

» J'ai d'abord étudié les variations de la résistance de cette lame avec la température t, et aussi avec l'intensité M du champ.

» Diverses expériences où j'ai fait varier séparément M et t ont été bien représentées par des formules paraboliques de la forme

$$\rho_M = \rho_0(1 + aM + bM^2 - cM^3),$$
$$\rho_t = \rho_0(1 - pt + qt^2),$$

dans lesquelles ρ_0 désigne la résistance de la lame par centimètre de longueur à 0° hors du champ magnétique.

» J'ai trouvé, pour les coefficients a, b, c, p, q, les valeurs moyennes suivantes :

$$a = 277 \times 10^{-8}, \qquad p = 303 \times 10^{-5},$$
$$b = 228 \times 10^{-11}, \qquad q = 188 \times 10^{-7}$$
$$c = 105 \times 10^{-15}$$

et

$$\rho_0 = 0{,}0183.$$

(1) Voir *Comptes rendus*, t. XCVIII, p. 673.

» *Phénomène de Hall.* — Soient A, B, G, H les milieux des côtés de la lame. Deux pinces fixées en A et B servent d'électrodes au courant qui traverse le métal dans le sens de la longueur. Deux autres pinces fixées en G et H, mais isolées du métal au moyen de mica, portent de petits ressorts dont les extrémités, munies de têtes arrondies, viennent s'appuyer en deux points E et F de la ligne GH.

» Désignons par

D la déviation que subit la ligne équipotentielle passant par E dans un champ magnétique d'intensité M, à la température t^0;
ρ la résistance de la lame par centimètre de longueur dans ces mêmes conditions;
I l'intensité du courant qui la traverse;
d la distance EF.

» Il s'établira entre les deux points E et F une différence de potentiel e donnée par la formule

$$e = \mathrm{I}\rho d \operatorname{tang} \mathrm{D}.$$

» L'angle D ne dépasse pas 5° dans ces expériences; on peut donc remplacer la tangente par l'angle lui-même.

» Admettons que les variations de résistance étudiées plus haut soient indépendantes l'une de l'autre, et posons

$$\varphi(\mathrm{M}, t) = (1 + a\mathrm{M} + b\mathrm{M}^2 - c\mathrm{M}^3)(1 - pt + qt^2),$$

puis

$$\delta = \frac{e}{\mathrm{I}\rho_0 d};$$

nous pourrons écrire

$$\mathrm{D} = \frac{e}{\mathrm{I}\rho d} = \frac{e}{\mathrm{I}\rho_0 d\,\varphi(\mathrm{M}, t)} = \frac{\delta}{\varphi(\mathrm{M}, t)}.$$

» Il ne reste plus qu'à étudier la fonction δ.

» Trois séries d'expériences ont été faites, afin d'établir l'influence de l'intensité M du champ magnétique, de la température t et de l'intensité I du courant qui traverse la lame.

» Les valeurs de $\frac{e}{\mathrm{I}}$ sont liées à l'intensité magnétique M par la relation suivante

$$\frac{e}{\mathrm{I}} = \mu\mathrm{M}(1 - \alpha\mathrm{M} + \beta\mathrm{M}^2),$$

dans laquelle

$$\alpha = 91 \times 10^{-6},$$
$$\beta = 316 \times 10^{-11}.$$

» Dans une expérience où j'ai maintenu constantes, autant que possible, l'intensité du champ et la température, j'ai constaté que la déviation D est absolument indépendante de l'intensité du courant qui traverse la lame.

» Enfin j'ai fait varier la température entre 0° et 70°.

» La variation de δ avec la température est représentée par la formule

$$\delta = \delta_0(1 + mt - nt^2),$$

dans laquelle

$$m = 0,00541,$$
$$n = 0,000093.$$

» *Conclusion*. — On peut donc représenter δ par la formule suivante

$$\delta = KM(1 - \alpha M + \beta M^2)(1 + mt - nt^2)$$

et, par suite,

$$D = KM(1 - AM + BM^2 + CM^3)(1 + Pt - Qt^2),$$

formule dans laquelle les constantes ont les valeurs suivantes :

$$K = 158 \times 10^{-7},$$
$$A = a + \alpha = 882 \times 10^{-7},$$
$$B = \beta - b + aA = 112 \times 10^{-11},$$
$$C = c + bA - aB = 303 \times 10^{-15},$$
$$P = m + p = 844 \times 10^{-5},$$
$$Q = n + q - pP = 862 \times 10^{-7}.$$

» Il est facile de voir que D atteint 5° environ dans un champ égal à 10 000 C.G.S. La déviation est maxima à la température de 49°.

» *Remarque*. — On a vu plus haut que la résistance du bismuth augmente de plus de 15 pour 100 de sa valeur dans un champ magnétique de 10 000 C.G.S. Je me propose d'utiliser cette variation une fois bien connue pour la mesure des intensités magnétiques.

» Cette augmentation de résistance est due, en partie, à la déviation des lignes équipotentielles; la résistance doit être multipliée par $\frac{1}{\cos D}$. Mais il est facile de voir que ce coefficient ne dépasse pas 1,005. Il faut

donc chercher l'explication de ce phénomène dans le changement de structure du métal, qui produit aussi la déformation du champ électrique de la lame (¹). »

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur l'électrolyse des sels.* Note de M. **Adolphe Renard.**

« *Influence de la température.* — Les expériences ont été faites, à l'aide de l'appareil précédemment décrit, sur des solutions renfermant, pour 100, des poids atomiques équivalents de métal variant de $\frac{2}{10000}$ à $\frac{64}{10000}$.

» Les conditions constantes étant : surface des électrodes, 226^{mmq}; distance des électrodes, $0^{m},02$; force électromotrice du courant, $3^{volts},65$, j'ai obtenu les résultats suivants, exprimés en milligrammes et rapportés à une durée d'une heure :

	Concentration.	Températures. 10°.	30°.	50°.	K.
$(AzO^3)^2Cu$	2	5,0	8,3	12,0	0,056
	4	9,5	16,0	22,5	0,052
	16	40,3	61,0	80,0	0,032
	64	144,0	194,0	246,0	0,021
$CdCl^2$	2	9,0	14,8	21,0	0,051
	4	18,0	29,3	42,0	0,054
	16	58,5	86,0	112,0	0,029
	64	150,0	214,0	276,0	0,026
SO^4Cd	2	8,7	14,7	20,5	0,051
	4	17,4	29,0	40,5	0,049
	16	58,3	78,8	97,0	0,019
	64	158,0	204,0	248,0	0,016
SO^4Zn	2	5,0	8,5	12,0	0,051
	4	9,8	16,8	24,0	0,057
	16	30,4	46,0	62,0	0,035
	64	»	128,0	168,0	0,029
$(AzO^3Ag)^2$	2	17,0	28,4	40,0	0,051
	4	34,0	59,0	80,0	0,049
	16	132,0	223,0	315,0	0,053
SO^4Cu	2	4,6	8,3	11,0	0,050
	4	9,6	16,0	21,5	0,043
$(AzO^3)^2Zn$	2	5,4	9,0	13,0	0,056
	4	10,5	18,0	25,5	0,055

(¹) Ce travail a été exécuté au laboratoire des recherches physiques de la Sorbonne.

» *Conclusions.* — Dans des solutions étendues, la quantité de métal précipité croît proportionnellement à la température, d'après la formule

$$P_t = P_0(1 + Kt),$$

dans laquelle K augmente à mesure que la concentration diminue. Lorsque les solutions sont suffisamment étendues pour que la quantité de métal précipité à une même température soit proportionnelle à la concentration, K atteint une valeur maxima voisine de 0,052.

» *Influence de la distance des électrodes.* — Les expériences ont été faites comme précédemment, à la température de 10°, sur des solutions renfermant des poids atomiques équivalents de métal de $\frac{32}{10000}$ pour 100.

» En désignant par r le rapport des quantités de métal précipité lorsqu'on double successivement la distance des électrodes, j'ai obtenu les résultats suivants, exprimés en milligrammes et rapportés à une durée d'une heure :

Distance des électrodes.	$(AzO^3)^2Cu$.	r.	SO^4Cu.	r.	$(AzO^3Ag)^2$.	r.
1cm	92		52		336	
2	76	1,21	43	1,20	280	1,20
4	60,5	1,25	34	1,26	232	1,20
8	50	1,21	28	1,21	180	1,28
16	41,5	1,20	22	1,27	144	1,25
32	32	1,29	17	1,29	112	1,28
Moyenne...		1,23		1,24		1,24

» *Conclusions.* — Lorsqu'on double successivement la distance des électrodes, la quantité de métal précipité décroît en progression géométrique de $r = 1,237$. Pour des distances supérieures à $0^m,32$, la loi n'est plus applicable, les valeurs de r augmentant assez rapidement.

» *Influence de la surface des électrodes.* — Les expériences ont été faites, à la température de 10°, sur des solutions de nitrate et de sulfate de cuivre renfermant des poids atomiques équivalents de métal de $\frac{32}{10000}$ pour 100. Les électrodes employées étaient des disques de cuivre, d'un diamètre de $0^m,1$, $0^m,2$ et $0^m,3$, maintenus à une distance fixe de $0^m,02$. Des résultats obtenus, on conclut que, lorsque les deux électrodes sont identiques, les quantités de métal précipité sont proportionnelles à leurs diamètres et, par conséquent, à la racine carrée de leur surface. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Observations relatives à une Note de M.* A. Millot, *sur les « Produits d'oxydation du charbon par l'électrolyse d'une solution ammoniacale ».* Note de MM. **A. Bartoli** et **G. Papasogli**, présentée par M. Berthelot.

« Dans sa Note insérée aux *Comptes rendus* (t. CI, p. 432, 10 août 1885), M. A. Millot affirme que, dans la solution ammoniacale électrolysée, on ne trouve pas l'acide mellique et ses dérivés, comme nous l'avions annoncé, et que la matière noire, oxydée par l'hypochlorite de soude, donne naissance à la substance azotée, etc., sans donner d'acide mellique.

» Si M. A. Millot n'a pas trouvé l'acide mellique dans le liquide ammoniacal, et le *mellogène* dans la matière noire, cela dépend sans doute de ce qu'il n'a pas expérimenté dans les mêmes conditions que nous.

» Quand nous avons électrisé l'ammoniaque (voir *Nuovo Cimento*, serie terza, vol. VIII, 1880, et *Gazz. chimica italiana*, t. XIII, 1883), nous ajoutions du chlorure de sodium à la solution alcaline pour la rendre facilement électrolysable, parce que, comme un de nous l'a expérimentalement démontré, l'ammoniaque pure est par elle-même très peu conductrice. Avec cette solution, nous avons *toujours* trouvé, dans le liquide électrolysé pendant plusieurs jours, l'acide mellique et le mellogène.

» Nous ferons observer que, dans ce genre d'expériences, où interviennent un grand nombre de facteurs, *le temps, l'intensité du courant, la nature de l'électrolyte et celle des électrodes*, si l'on ne se place pas dans des conditions identiques, on peut facilement arriver à des résultats différents. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une combinaison d'éther acétique et de chlorure de magnésium.* Note de M. **J. Allain-le Canu**, présentée par M. Berthelot.

« De même que l'éther acétique forme une combinaison définie avec le chlorure de calcium, de même il se combine avec le chlorure de magnésium. Les cristaux obtenus avec ce dernier corps ressemblent beaucoup à ceux qu'on obtient avec le chlorure de calcium, mais la dessiccation en est encore plus difficile.

» A la volatilité de l'éther acétique, à l'avidité pour l'eau du chlorure, se joint, en effet, la viscosité de la liqueur. La solubilité du chlorure de ma-

gnésium anhydre dans l'éther acétique est beaucoup plus considérable que celle du chlorure de calcium, et les cristaux se forment en très grand nombre au sein d'un liquide fort épais.

» Aussi aurais-je renoncé à trouver la composition de ces cristaux, si je n'avais eu l'idée d'employer un procédé spécial de dessiccation, qui m'a été indiqué par M. A. Recoura et qui repose sur l'action absorbante exercée par le kaolin sur les liquides imprégnés dans les cristaux.

» C'est en me plaçant dans ces conditions que j'ai trouvé les nombres suivants :

	I.		Cristaux kaolinés en juin. Analysés les			
			1er juillet.	22 décembre.	II.	III.
Carbone	36,74	37,09	37,06	37,06	»	37,68
Hydrogène	6,52	6,34	6,49	6,66	»	6,41
Magnésium	7,56	7,54	7,67	7,49	7,43	{ 7,44 / 7,56
Chlore	22,06	21,84	22,50	»	21,84	22,20

» Ces nombres s'éloignent sensiblement de la formule à équivalents égaux

$$MgCl + C^8H^8O^4,$$

qui demanderait :

Carbone	35,42
Hydrogène	5,90
Magnésium	8,85
Chlore	26,19

» Ils répondraient mieux à la formule 4MgCl, 5 éther, qui demande

Carbone	38,10
Hydrogène	6,35
Magnésium	7,62
Chlore	22,54

» Mais il est probable que la différence est due à de l'éther acétique mélangé avec les cristaux définis.

» Les chlorures de strontium et barium sont absolument insolubles dans l'éther acétique.

» Le chlorure de zinc, au contraire, s'y dissout très abondamment avec un grand dégagement de chaleur. On ne peut du reste obtenir de cristaux même aux plus basses températures. Au bain-marie, l'éther ne distille plus.

» Le chlorure ferrique dégage plus de chaleur encore et subit un commencement de réduction.

» Il est à croire que tous ces corps, même à une température ne dépassant pas 80°, ne subissent pas une simple dissolution dans l'éther acétique, mais encore réagissent sur lui. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Influence de l'oxalate acide d'ammoniaque sur la solubilité de l'oxalate neutre.* Note de M. **R. Engel**, présentée par M. Friedel.

« Les expériences que je poursuis sur l'influence qu'exerce un sel sur la solubilité dans l'eau d'un autre sel m'ont conduit à étudier le cas particulier de l'action réciproque de deux sels ayant même acide et même base, comme, par exemple, les oxalates neutre et acide d'ammoniaque, les oxalates neutre et acide de potasse.

» Dans cette étude, j'ai constaté les faits suivants :

» 1° 10^{cc} d'une solution saturée à 0° d'oxalate neutre d'ammoniaque contiennent 3,54 demi-molécules (en milligrammes) de ce sel; c'est-à-dire qu'il faut $3^{cc},54$ d'acide sulfurique normal pour neutraliser l'ammoniaque, préalablement mise en liberté, de l'oxalate. La densité de la solution est 1,0105. La quantité d'oxalate neutre d'ammoniaque qui se dissout dans 100 parties d'eau, calculée d'après ces données, est de $2^{gr},215$.

» 2° On ne peut déterminer exactement la solubilité dans l'eau de l'oxalate acide d'ammoniaque. Ce sel, en effet, se dissocie très notablement au sein de l'eau en quadroxalate et oxalate neutre. On observe facilement ce phénomène, lorsqu'on cherche à obtenir une solution saturée d'oxalate acide d'ammoniaque et que, dans ce but, on maintient à température constante un excès de ce sel à l'état solide en présence de l'eau.

» Le quadroxalate qui prend naissance se dépose, partiellement au moins, dans ces conditions. Il en résulte que, lorsqu'on titre dans la solution filtrée, d'une part l'acide libre par la potasse normale, d'autre part l'ammoniaque par l'acide sulfurique normal, d'après le procédé Schlœsing, on ne trouve pas, dans les deux cas, le même nombre de centimètres cubes de liqueur titrée, alors pourtant que ce sel mis au contact de l'eau était de l'oxalate acide d'ammoniaque pur. L'équilibre s'établit lentement. Il faut au moins quarante-huit heures pour l'obtenir.

» Voici les résultats. Les chiffres donnés indiquent le nombre de cen-

timètres cubes de potasse et d'acide sulfurique titrés qui correspondent respectivement à la fraction d'acide oxalique non saturée et à l'ammoniaque.

	AzH^3.	Acide libre.	Densité.
Après vingt-quatre heures......	3,9	3,2	»
Après soixante-douze heures....	4,1	3	1,017

» Ces chiffres montrent que la dissociation se poursuit encore après les premières vingt-quatre heures. Ils établissent aussi, contrairement aux données des ouvrages, que l'oxalate acide d'ammonium est plus soluble que l'oxalate neutre, du moins à 0°. En calculant, en effet, d'après la quantité d'acide non neutralisé, le poids d'oxalate acide d'ammoniaque en solution dans 100 parties d'eau, on trouve $3^{gr},25$ (oxalate neutre $2^{gr},215$); ce chiffre est un minimum, car, comme nous le verrons, la solubilité de l'oxalate acide diminue quand la liqueur renferme de l'oxalate neutre en solution.

» 3° En ajoutant des quantités successivement croissantes d'oxalate acide d'ammoniaque ou, ce qui revient au même, d'acide oxalique à une solution saturée d'oxalate neutre d'ammoniaque dans laquelle plonge un panier de platine rempli de ce sel, de manière à assurer constamment la saturation du liquide, on constate que la fraction d'acide oxalique non neutralisé croissant, dans la solution, suivant une progression géométrique, la quantité d'ammoniaque en solution sous forme d'oxalate acide ou neutre croît suivant une autre progression géométrique. La courbe du phénomène est représentée par la formule

$$m \log y = \log k + \log x,$$

dans laquelle y est la quantité d'acide sulfurique normal qui correspond à l'ammoniaque contenue dans 10^{cc} du liquide, x la quantité de potasse normale nécessaire pour neutraliser le même volume de liquide, m et k des constantes qui ont été déterminées à l'aide des expériences 2 et 4 et trouvées

$$m = 2,74, \qquad \log k = 1,517636.$$

	AzH^3			
Expériences.	Trouvé.	Calculé.	Acide libre.	Observations.
1........	3,54	3,58	0	Oxalate neutre.
2........	4,1	4,101	1,45	
3........	5	5,019	2,525	
4........	5,28	5,28	2,9	Liquide en présence d'un excès de chacun des sels.

» En calculant, d'après ces chiffres, les quantités d'oxalate neutre et d'oxalate acide en solution, on trouve :

Expériences.	Oxal. neutre.	Oxal. acide.
1	3,54	0
2	2,65	1,45
3	2,475	2,525
4	2,38	2,9

» Ainsi la quantité de l'un des oxalates en solution diminue quand l'autre augmente. D'après tout ce qui précède, on voit que, lorsqu'on traite une solution saturée d'oxalate neutre d'ammoniaque par un peu d'acide oxalique, il ne se précipite pas d'oxalate acide, comme on l'admet généralement, mais bien de l'oxalate neutre. Si l'on augmente la quantité d'acide oxalique, il se précipite un mélange des deux sels.

» 5° Si à la solution saturée à la fois des deux sels et contenant 2,38 d'oxalate neutre pour 2,9 d'oxalate acide, on continue à ajouter de l'acide oxalique par petites portions, en laissant l'équilibre s'établir, on constate :

» *a.* Que la liqueur ne s'enrichit ni en acide, ni en ammoniaque, tant qu'il reste de l'oxalate neutre à l'état solide au sein du liquide. Cet arrêt répond à la transformation de l'oxalate neutre en oxalate acide;

» *b.* Que l'oxalate neutre n'existant plus à l'état solide, mais seulement en solution dans la liqueur, de nouvelles additions d'acide oxalique déterminent un abaissement brusque de la quantité d'ammoniaque qui, après s'être accrue jusqu'à 5,28 sous l'influence de quantités croissantes d'acide oxalique, s'abaisse de 5,28 à 4,1 pendant que l'acide oxalique non saturé augmente seulement dans la proportion de 2,9 à 3.

» La courbe du phénomène est donc interrompue par une chute brusque indiquant la formation d'un composé défini.

» 6° D'après ce qui a été dit plus haut (4°), la quantité de l'un des sels en solution décroît lorsque la quantité de l'autre va en croissant. Il en résulte que, lorsqu'il y a entre les deux sels une grande différence de solubilité, le moins soluble doit à peine se dissoudre dans la solution saturée du plus soluble. C'est ce qui résulte, en effet, des expériences que j'ai faites sur les oxalates neutre et acide de potassium.

	SO^4H^2 titré.	Potasse titrée.
Solution saturée d'oxalate de potassium	$14^{cc},1$	0
Solution saturée à la fois d'oxalate neutre et d'oxalate acide	$14^{cc},25$	0,4

»

» La quantité de potasse en solution augmente donc seulement de 1 pour 100 environ, lorsqu'on ajoute de l'oxalate acide de potasse (solide) à une solution saturée d'oxalate neutre.

» De même, une solution saturée de carbonate de potasse neutre ne dissout que des traces impondérables de carbonate acide. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les acides γ-bromo et iodobutyriques.* Note de M. **Louis Henry**, présentée par M. Ch. Friedel.

« J'ai fait connaître récemment ([1]) l'acide γ-chlorobutyrique

$$CH^2Cl-(CH^2)^2-CO(OH)$$

et j'ai signalé la facilité avec laquelle on en obtient, sous l'action de la chaleur, la lactone butyrique $\underbrace{CH^2-(CH^2)^2-CO}_{O}$.

» J'ai pensé à utiliser celle-ci pour obtenir les acides γ-bromo et iodobutyriques $XCH^2-(CH^2)^2-CO(OH)$.

» La lactone butyrique et l'éther acétique

$$\begin{matrix} H^2C-CO \\ | \\ H^2C-CH^2 \end{matrix} \Big> O, \qquad \begin{matrix} H^3C-CO \\ H^3C-CH^2 \end{matrix} \Big> O$$

sont des corps analogues de composition, à cette seule différence près que le carbone ne constitue, dans le premier, qu'une seule masse et deux dans le second. L'analogie de fonction est la conséquence de l'analogie de composition. Or les hydracides halogénés HX transforment aisément l'éther acétique en acide acétique et en éther haloïde; la lactone doit pouvoir fournir, sous l'action de ces mêmes corps, les acides butyriques γ substitués

$$\begin{matrix} CH^3-CO(OH), \\ CH^3-CH^2X, \end{matrix} \qquad \begin{matrix} CH^2-CO(OH), \\ | \\ CH^2-CH^2X. \end{matrix}$$

» L'expérience a pleinement confirmé mes prévisions, et rien n'est plus aisé que la préparation des acides γ-bromo et iodobutyriques.

» La lactone butyrique absorbe rapidement, et en s'échauffant notable-

([1]) *Comptes rendus*, t. CI, p. 1158, décembre 1885.

ment, l'acide iodhydrique gazeux. La masse se concrète par le refroidissement et cristallise. J'ai trouvé préférable de saturer d'acide iodhydrique la solution bien refroidie de la lactone dans son volume d'eau. En se refroidissant, le liquide se remplit de cristaux. Un simple lavage à l'eau suffit à les purifier.

» L'acide γ-iodobutyrique $ICH^2-(CH^2)^2-CO(OH)$ cristallise en lamelles ou tablettes incolores, jaunissant à la lumière. Contrairement à l'acide β-iodopropionique $ICH^2-CH^2-CO(OH)$, il est peu soluble dans l'eau, même à chaud; l'alcool méthylique, l'éther, le sulfure de carbone, etc., le dissolvent aisément, même à froid. Il fond à 40°-41°. L'acide iodo-propionique correspondant fond à 82°. Dissous dans les alcools méthylique et éthylique, il s'éthérifie tout de suite par l'acide sulfurique.

» L'iodobutyrate de méthyle $ICH^2-(CH^2)^2-CO(OCH^3)$ constitue un liquide incolore, d'une agréable odeur, n'excitant nullement le larmoiement, insoluble et plus dense dans l'eau. Il bout sans décomposition à 198°-200°. Sa densité à 5° est égale à 1,666.

» L'acide bromhydrique, même gazeux, s'unit à la lactone butyrique moins énergiquement et moins facilement que l'acide iodhydrique; cette différence dans le pouvoir éthérifiant de ces deux acides trouve son explication et sa raison d'être dans la différence de leur nature thermique.

H, Br	+13,5	(Br et I gazeux.)
H, I	— 0,8	

» Quoi qu'il en soit, l'acide γ-bromobutyrique s'obtient aussi sans la moindre difficulté.

» J'ai saturé d'acide bromhydrique gazeux la solution de la lactone dans son volume d'eau; le liquide a été chauffé pendant quelque temps, en tube scellé, au bain d'eau. Il s'y dépose une couche huileuse; le tout se prend en une masse solide cristalline dès sa sortie du tube.

» L'acide γ-bromobutyrique cristallise en lamelles ou tablettes rhomboïdales d'une parfaite blancheur, inaltérables à l'air; il se dissout mieux dans l'eau que son correspondant iodé; l'éther, le sulfure de carbone, etc., le dissolvent aisément. Il fond à 32°-33°.

» Ses éthers méthylique, éthylique, etc., s'obtiennent aisément par l'action de l'acide sulfurique sur la solution de l'acide dans ces alcools.

» Ce sont des liquides incolores d'une agréable odeur, insolubles et plus denses que l'eau, bouillant sans décomposition.

» Le bromobutyrate de méthyle $BrCH^2-(CH^2)^2-CO(OCH^3)$ bout à 186°-187° sous la pression de 757^{mm}; sa densité à 5° est égale à 1,450.

» Le bromobutyrate d'éthyle $\gamma\,BrCH^2-(CH^2)^2-CO(OC^2H^5)$ bout à 196°-197° sous la pression de 748^{mm}; sa densité à 5° est égale à 1,363.

» J'espère pouvoir réaliser, à l'aide de ces dérivés γ-butyriques, la synthèse de l'acide subérique normal $CO(OH)-(CH^2)^6-CO(OH)$.

» De la comparaison des points de fusion des acides propionique, butyrique et de leurs dérivés primaires :

Dérivés propioniques.	Fusion.	Différence.	*Dérivés butyriques.*	Fusion.
$CH^3-CH^2-CO(OH)$...	—23°	+23°	$CH^3-(CH^2)^2-CO(OH)$...	vers 0°
$CH^2Cl-CH^2-CO(OH)$.	vers 40	—30	$CH^2Cl-(CH^2)^2-CO(OH)$.	vers +10
$CH^2Br-CH^2-CO(OH)$.	61	env. —30	$CH^2Br-(CH^2)^2-CO(OH)$.	+32
$CH^2I-CH^2-CO(OH)$.	82	—42	$CH^2I-(CH^2)^2-CO(OH)$.	+40

il résulte que, si l'addition de $=CH^2$ à l'acide propionique élève son point de fusion d'environ 20° en le transformant en acide butyrique normal, l'addition de ce même chaînon $=CH^2$ aux dérivés primaires

$$CH^2X-CH^2-CO(OH)$$

propioniques abaisse au contraire notablement et plus fortement leur point de fusion, en les transformant en dérivés butyriques normaux $CH^2X-(CH^2)^2-CO(OH)$. »

BOTANIQUE FOSSILE. — *Sur les affinités des flores éocènes de l'ouest de la France et de l'Amérique septentrionale.* Note de M. **Louis Crié**, présentée par M. Chatin.

« Je me propose aujourd'hui d'attirer l'attention des géologues et des botanistes sur certains végétaux fossiles des grès éocènes de l'ouest de la France, qui présentent d'évidentes affinités avec plusieurs espèces de l'étage lignitifère (*lignitic group*) que M. Leo Lesquereux a décrites et figurées dans son beau travail sur la flore tertiaire de l'Amérique du Nord [1].

» Parmi les Fougères des grès de la Sarthe, de Maine-et-Loire et du

(1) Leo Lesquereux, *Contribution to the fossil flora of the Western territories*. Washington; 1878.

Lignitic, dont les frondes reproduisent les mêmes types à divers degrés de ressemblance, je citerai les *Pteris Fyeensis* Crié, *Lygodium Fyeense* Crié, *Lygodium Kaulfussii* Heer, *Asplenium Cenomanense* Crié (¹), qui sont très analogues aux *Pteris pseudopennæformis* Lesq., *Lygodium Dentoni* Lesq., *Lygodium neuropteroides* Lesq., *Gymnogramma Haydenii* Lesq. de l'éocène américain. L'*Asplenium Cenomanense* ressemble beaucoup à l'*Asplenium subcretaceum* Saporta, des flores fossiles de Sézanne et de Bournemouth (Angleterre) (²), et à l'*Asplenium Færsteri* Deb. et Ett. du terrain crétacé d'Aix-la-Chapelle et de la craie moyenne du Groënland.

» J'ai déjà fait ressortir l'analogie qui relie le *Flabellaria Milletiana* Crié, des grès de Cheffes (Maine-et-Loire), au *Flabellaria eocenica* Lesq. de l'étage lignitifère. Pour deux autres espèces, le *Sabalites Andegavensis* var. major Schimp. et le *Sabalites Grayanus* Lesq., la ressemblance va peut-être jusqu'à l'identité (³).

» Les Chênes prototypiques (*Dryophyllum*), dont les feuilles dentées épineuses rappellent à l'esprit les *Castanopsis* de l'Asie méridionale et de l'Amérique septentrionale, m'ont offert une remarquable série d'empreintes que j'ai rapportées au *Quercus palæodrymeja* Saporta. Parmi ces feuilles, les unes se rapprochent du *Quercus drymeja* Unger, tandis que les autres montrent une frappante ressemblance avec le *Dryophyllum Dewalquei* Sap. et Mar. (⁴) des marnes heersiennes de Gelinden, et avec le *Dryophyllum subfalcatum* Lesq., espèce de l'étage lignitifère. Les *Dryophyllum* peuvent être considérés comme représentant la souche ancestrale des Castanées et des Quercinées par l'intermédiaire des *Cyclobalanus*. Le Châtaignier californien (*Castanopsis chrysophylla*) est, à l'époque actuelle, une des essences angiospermes caractéristiques de la flore du littoral californien et de la région forestière de l'Amérique septentrionale. Une autre Quercinée de l'éocène américain, le *Quercus cinereoïdes* Lesq., m'a paru identique à certaines formes du *Quercus Criei* Saporta, des grès de Sargé (Sarthe). Parmi les Myricées, le *Myrica Brongniarti* Ett. existe dans les grès de la Sarthe, de Maine-et-

---

(¹) L. Crié, *Contribution à l'étude des Fougères éocènes de l'ouest de la France* (*Comptes rendus*, mars 1885).

(²) L. Crié, *Sur les affinités des flores éocènes de l'ouest de la France et de l'Angleterre* (*Comptes rendus*, septembre 1883).

(³) L. Crié, *Contribution à l'étude des Palmiers éocènes de l'ouest de la France* (*Comptes rendus*, janvier 1886).

(⁴) G. de Saporta et Marion, *Revision de la flore heersienne de Gelinden*. Bruxelles; 1878.

Loire et dans l'étage lignitifère. Plusieurs fossiles (fruits ou graines), que M. Lesquereux a rapportés au genre Carpites (*C. Myricarum, minutulus, Coffeæformis* Lesq.), paraissent faire partie du même groupe que nos *Carpolithes striata, Fyeensis* et *Saportana* (¹).

» Si nous choisissons dans notre flore les espèces qui correspondent à des types ou à des formes du *Lignitic group*, nous obtiendrons le parallélisme suivant :

Formes éocènes de l'ouest de la France.	Formes éocènes du *Lignitic* correspondantes.
Pteris Fyeensis Crié.	*Pteris pseudopennæformis* Lesq.
Lygodium Fyeense Crié.	*Lygodium Dentoni* Lesq.
Lygodium Kaulfussii Heer.	*Lygodium neuropteroides* Lesq.
Asplenium Cenomanense Crié.	*Gymnogramma Haydenii* Lesq.
Sabalites Andegavensis Schimp. (var. maj.)	*Sabalites Grayanus* Lesq.
Flabellaria Milletiana Crié.	*Flabellaria eocenica* Lesq.
Quercus palæodrymeja Saporta.	*Dryophyllum subfalcatum* Lesq.
Quercus Criei Saporta.	*Quercus cinereoides* Lesq.
Myrica Brongniarti Ett.	*Myrica Brongniarti* Ett.
Carpolithes striata Crié.	*Carpites myricarum* Lesq.
Carpolithes Fyeensis Crié.	*Carpites minutulus* Lesq.
Carpolithes Saportana Crié.	*Carpites Coffeæformis* Lesq.

MÉTÉOROLOGIE. — *La question des tourbillons atmosphériques.* Note de M. **Jean Luvini**, présentée par M. Faye.

« Je suis loin d'avoir la prétention de m'ériger en juge dans la discussion qui s'est produite entre deux savants éminents; mais mon nom ayant été cité par une des parties, j'espère que l'Académie me permettra de lui soumettre à ce propos quelques considérations.

» Contre la théorie des tourbillons de M. Faye, on a objecté les faits suivants :

» 1° Les marins sont d'accord pour admettre une force d'absorption dans les trombes, ils déclarent avoir vu maintes fois des masses d'eau soulevées en cône sur leur passage.

» 2° MM. Elliot, Loomis et autres ont observé des cyclones ravageant

(¹) L. Crié, *Recherches sur la végétation de l'ouest de la France à l'époque tertiaire; flore éocène du Mans et d'Angers.* Paris, 1878.

des pays au pied des montagnes, tandis que sur ces dernières le baromètre n'éprouvait aucune variation en rapport avec la tempête.

» 3° M. Hildebrandsson, d'après un grand nombre d'observations, affirme que, dans les régions supérieures de l'atmosphère, les vents marchent en s'éloignant des cyclones, ce qui prouverait que l'air monte dans ces derniers.

» 4° Enfin, et c'est l'objection la plus grave, dans les cyclones la rotation se fait de droite à gauche, mais la direction du vent en chaque point a une composante centripète.

» Ici, il ne s'agit pas de théorie, mais de faits, et, pour que la réponse soit complète, il faut, ou en détruire l'importance en leur opposant des faits contraires, ou bien démontrer que les faits objectés ne sont pas en désaccord avec la théorie.

» 1° L'assertion de quelques marins est plus que contrebalancée par l'assertion de nombre d'autres marins et de savants, dont les observations ont été faites sans parti pris et dans le seul intérêt de la Science, et qui affirment n'avoir jamais vu de trombes ascendantes ni d'eau absorbée.

» 2° C'est le caractère des trombes et des tornados de ravager une région sans troubler l'air autour du tourbillon. Presque tous les observateurs affirment d'accord qu'ils n'ont jamais observé des troubles dans l'air autour des tornados, même à de très petites distances; au contraire, presque tous parlent du calme qui ordinairement précède, accompagne et suit le passage de ces météores, et ajoutent que le vent général de la région parcourue par un tornado continue son cours comme si ce dernier n'existait pas. D'après ce fait, absolument inconciliable avec la théorie de l'absorption, on comprend qu'il n'est pas bien extraordinaire qu'un tourbillon se montre au pied, et non dans un observatoire au sommet d'une montagne.

» 3° Contre les résultats de M. Hildebrandsson, je laisserai parler le R. P. Marc Dechevrens, directeur de l'observatoire de Zi-ka-wei, en Chine [1] :

« D'après les recherches de M. Hildebrand Hildebrandsson, d'Upsal, en Suède, qui, le premier, a fait des cirri une étude particulière avec des documents demandés à quelques observatoires d'Europe pour l'année 1876, les courants supérieurs paraîtraient, en général, s'éloigner des minima barométriques pour se porter vers les

[1] Observatoire de Zi-ka-wei, près Changaï, Chine. *Mouvements des couches élevées de l'atmosphère, à Zi-ka-wei, déterminés par la direction des cirri.* Zi-ka-wei, p. 12 et suiv., 1885.

maxima. Cette conclusion serait loin d'être vérifiée à Zi-ka-wei dans nos 5388 observations, réparties sur huit années, de 1877 à 1884.... Il ne paraît pas qu'il y ait lieu d'appliquer ici la loi qu'on a cru pouvoir établir pour l'Europe à ce sujet. Si l'on considère, en effet, le courant principal dirigé de l'ouest à l'est, il est certain qu'en hiver il quitte les régions où la pression est élevée pour se porter vers la mer, où la pression est plus faible. En été, les pressions ont changé leurs positions; les vents supérieurs d'ouest ont, dans le même temps, cédé en partie le pas aux vents d'est, ce qui ne satisfait pas davantage à la loi énoncée. Si du général on descend au particulier et que l'on choisisse les cas où des courants insolites se sont établis dans les hautes régions de l'air, ces cas eux-mêmes ne semblent pas, en majorité, favoriser la loi. »

» Comme on peut le voir, un fait vaut l'autre, à moins qu'on n'en veuille déduire que les cyclones sont ascendants en Europe et descendants en Chine.

» 4° La légère convergence du vent vers le centre des grands cyclones, qui paraît résulter des observations, serait plus contraire à la théorie de l'absorption qu'à la théorie gyratoire de M. Faye. En effet, dans la théorie de l'absorption, les flèches de vent sur les Cartes devraient d'abord être, à la circonférence, dirigées vers l'axe du cyclone, et puis se courber peu à peu à droite jusqu'à une certaine distance de l'axe, au delà de laquelle elles seraient constamment normales aux rayons du tourbillon. Est-ce que cela a lieu? C'est ce que je ne crois pas. Au contraire, dans la théorie de M. Faye, une légère convergence du vent vers le centre des grands cyclones, tout près du sol, est une conséquence naturelle des principes qui président aux mouvements des fluides.

» En effet, tout le monde sait que, dans les régions inférieures de l'atmosphère, la vitesse des vents augmente, jusqu'à un certain degré, avec la hauteur à partir du sol, et cela est bien naturel. La cause réside dans la résistance due au frottement de l'air avec la terre. En conséquence de cette différence de vitesse, l'air des tranches un peu élevées du cyclone appelle l'air inférieur qui monte, et il se produit naturellement de cette manière, autour de l'axe du cyclone et très près du sol, un tourbillon à axe rentrant en forme d'anneau aplati, dans lequel l'air tourne en spirale, de sorte qu'il va en s'éloignant de l'axe dans la partie supérieure, et, en sens contraire, dans la partie inférieure. Le mouvement de ce courant inférieur se compose avec le mouvement circulaire du cyclone et donne, tout près de la Terre, une résultante légèrement oblique vers l'axe. Si l'on faisait les observations à 50^m ou 100^m, au plus, au-dessus des objets terrestres, on trouverait le contraire. Je prie d'observer que j'ai parlé des grands cyclones; car, dans les trombes et les tornados, ce phénomène n'est pas sensible.

» Ce n'est pas le cas, dans une Note telle que celle-ci, de développer,

comme il faudrait, le principe énoncé; mais cela suffit pour faire comprendre que la légère convergence observée n'est pas contraire à la théorie de M. Faye.

» Je me permettrai encore d'ajouter une simple considération. Dans la théorie de l'absorption, l'air de la colonne centrale, comprimé par l'affluence de l'air environnant, deviendrait plus dense, et, forcé de monter, il exercerait sur les couches supérieures, pour les soulever, une pression qui, par réaction, se transmettrait en bas jusqu'au sol, où, au lieu d'un minimum, on aurait un maximum barométrique. »

M. **L. Hugo** adresse une Note « Sur une construction géométrique indirectement relative au nombre 10 ».

M. **A. Adrian** adresse une Note intitulée : « Mouvement par l'air naturel ».

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 15 février 1886.

Bulletin de la Société géologique de France pour l'année 1885; 4e, 5e et 6e Parties. Paris, au siège de la Société, 1885; in-8°.

Mémoires et Bulletins de la Société de Médecine et de Chirurgie de Bordeaux, 3e et 4e fascicules, 1884. Paris, G. Masson; Bordeaux, Féret, 1885; in-8°.

Mémoires de l'Académie des Sciences, Lettres et Arts d'Arras, IIe série, t. XVI. Arras, imp. Rohard-Courtin, 1885; in-8°.

Emile West, *Exposé des méthodes générales en Mathématiques, résolution et intégration des équations, applications diverses, d'après* Hoëné Wronski. Paris, Gauthier-Villars, 1886; in-4°.

Histoire de Charlemagne; par M. E. Van Drival. Amiens, imp. Rousseau-Leroy, 1885; in-8°.

Manuel de Paléontologie; par R. Hoernes, traduit de l'allemand par L. Dollo, fasc. II. Paris, F. Savy, 1886; in-8°.

Manuel technique d'anatomie végétale. Guide pour l'étude de la botanique microscopique; par E. Strasburger, traduit de l'allemand par Godfrin. Paris, F. Savy, 1886; in-8°.

René de Sluse; par Ph. Gilbert. Bruxelles, A. Vromant, 1886; in-8°. (Extrait de la *Revue des questions scientifiques.*) [Présenté par M. Resal.]

Qu'est-ce que l'électricité? par T. Le Corquillé. Nantes, imp. de l'Ouest, 1886; br. in-8°. (Deux exemplaires.)

Question de la division décimale du temps; par H. Hunsicker. Paris, L. Guérin, 1886; br. in-4°. (Deux exemplaires.)

Commission géologique et d'histoire naturelle et musée du Canada. Rapport des opérations 1882-83-84; traduction. Ottawa, 1885; 1 vol. in-8°, avec cartes.

Report of the meteorological service of the dominion of Canada; by Ch. Carpmael. Ottawa, 1885; in-8°.

Report of the meteorological council to the Royal Society, for the year ending 31*st of march* 1885. London, printed by Eyre and Spottiswoode, 1886; in-8°.

Official n° 34. Contribution to our knowledge of the meteorology of the arctic regions; Part IV. London, J.-D. Potter, 1885; in-4°.

Official n° 52. The quarterly weather Report of the meteorological office (new series); Part III, IV, july-december 1877. London, J.-D. Potter, 1885; 2 liv. in-4°.

Official n° 63. Hourly readings, 1883; Part I, II, january-june. London, J.-D. Potter, 1885; 2 livr. in-4°.

United States of America, War department. Professional papers of the signal service; n°s XVI et XVIII. Washington city, signal Office, 1885; 2 livr. in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 22 FÉVRIER 1886.

PRÉSIDENCE DE M. JURIEN DE LA GRAVIÈRE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Observations des petites planètes, faites au grand instrument méridien de l'Observatoire de Paris pendant le quatrième trimestre de l'année* 1885. Communiquées par M. Mouchez.

Dates. 1885.		Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
			(37) Fides.			
		h m s	h m s	s	° ′ ″	″
Oct.	1......	10.47. 8	23.30.24,40	−7,61	94. 8.57,7	+52,0
	7......	10.19. 0	23.25.51,48	»	»	»
			(166) Rhodope.			
Oct.	1......	10.59. 5	23.42.23,36	»	109.24.57,6	»
	7......	10.32. 0	23.38.52,83	»	109.56.19,2	»
			(145) Adéona.			
Oct.	1......	11.38.25	0.21.50,15	»	108.15.14,0	»
	7......	11: 9.32	0.16.31,81	»	108.30.12,3	»
	9......	10.59.58	0.14.48,96	»	108.33.29,8	»

Dates. 1885.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
		(146) Lucine (1).			
	h m s	h m s		° ′ ″	
Oct. 7......	11.50.37	0.57.43,66	»	104.41.48,1	»
		(27) Euterpe.			
Oct. 14......	9.20.17	22.54.34,56	»	99.41.30,0	»
16......	9.11.40	22.53.49,35	»	99.44.30,2	»
17......	9. 7.25	22.53.29,55	»	99.45.44,3	»
		(10) Hygie.			
Nov. 2......	11.30. 3	2.19.36,37	»	70.54.13,2	»
5......	11.15.56	2.17.16,63	»	71. 7.12,2	»
16......	10.24.42	2. 9.16,57	»	71.55.52,3	»
18......	10.15.32	2. 7.57,66	»	72. 4.32,2	»
		(44) Nysa.			
Nov. 16......	10.43.26	2.28. 3,50	»	82.12. 4,6	»
18......	10.33.51	2.26.20,01	»	82.18. 8,7	»
21......	10.20.37	2.23.52,73	»	82.26.14,3	»
Déc. 1......	9.33.41	2.17.14,87	»	82.41.22,4	»
		(202) Chryseïs (1).			
Nov. 16......	10.49.54	2.34.32,43	»	88.15.44,1	»
Déc. 1......	9.41.27	2.25. 2,54	»	88.32. 3,7	»
		(106) Dioné.			
Déc. 1......	8.55.44	1.39.11,80	»	82.24.29,9	»
		(209) Dido (1).			
Déc. 1......	10.24.50	3. 8.32,16	+7,93	63.41.45,9	−115,8
		(185) Eunice.			
Déc. 1......	10.40.49	3.24.34,68	−1,46	108.16.41,8	+ 8,6
4......	10.27. 1	3.22.33,12	»	108. 6. 6,1	»
8......	10. 8.51	3.20. 7,04	»	107.47.18,2	»
9......	10. 4.22	3.19.33,78	»	107.41.48,9	»
29......	8.39.42	3.13.30,81	»	104.51.57,2	»

(1) On n'a pu s'assurer si l'astre observé est bien la planète.

Dates. 1885.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
		(221) Eos.			
	h m s	h m s	s	° ′ ″	″
Déc. 1......	10.51.33	3.35.20,36	+9,44	87. 0.57,7	— 42,8
4......	10.37.34	3.33. 8,43	+9,31	87. 1. 4,4	— 38,1
8......	10.19. 7	3.30.24,56	+9,52	86.58.49,7	— 40,5
9......	10.14.32	3.29.45,62	+9,25	86.57.59,1	— 33,9
		(16) Psyché.			
Déc. 1......	11.31.13	4.15. 6,50	»	73.40. 1,2	»
4......	11.16.46	4.12.26,98	»	73.45.31,7	»
9......	10.52.54	4. 8.13,27	»	73.53.15,1	»
23......	9.48.16	3.58.37,09	»	74. 4.51,5	»
30......	9.17.37	3.55.28,71	»	74. 4. 7,8	»
		(253) (1)			
Déc. 8......	9.53.45	3. 4.58,16	»	81.52.17,1 (2)	»
		(4) Vesta.			
Déc. 15......	11.26.48	5. 5.52,16	+0,81	71.48.23,7	— 1,5
19......	11. 6.46	5. 1.33,37	+0,76	71.42.43,0	— 1,6
23......	10.46.56	4.57.26,17	+0,73	71.36.30,4	— 2,1
		(194) Procné (3).			
Déc. 15......	11.38.47	5.17.53,67	»	94.18. 9,9	»
15......	11.38.50	5.17.56.85	»	94.18.42,1	»

» Les comparaisons de Vesta se rapportent à l'éphéméride du *Nautical Almanac;* celles de Dido et d'Eos aux éphémérides données dans le n° 261 des Circulaires du *Berliner Jahrbuch;* celles de Fides et d'Eunice aux éphémérides du *Berliner Jahrbuch.*

» Les observations des 19 et 23 décembre ont été faites par M. *F. Boquet;* toutes les autres par M. *P. Puiseux.* »

---

(1) On n'a pu s'assurer si l'astre observé est bien la planète.

(2) Observation non corrigée de la parallaxe.

(3) On n'a pu s'assurer si l'une ou l'autre de ces observations se rapportait à la planète.

ASTRONOMIE. — *Détermination des éléments de la réfraction. Examen des conditions générales à remplir dans la solution pratique du problème;* par M. **Lœwy**.

« Nous allons maintenant procéder à l'analyse des conditions géométriques à remplir, afin d'obtenir, dans la pratique, la solution la plus favorable du problème. Pour atteindre ce but, il faut examiner le problème sous trois points de vue différents, savoir :

» 1° Étant données les positions de deux étoiles, à quelle époque du jour faut-il effectuer les opérations conjuguées pour atteindre la plus grande variation de la réfraction?

» 2° Quel est l'angle du double miroir le plus convenable pour obtenir cette valeur maximum?

» 3° Quelles sont les coordonnées des deux étoiles permettant d'arriver à l'effet maximum de la réfraction, dans le minimum de temps écoulé?

» En désignant par z' et z'' les distances zénithales des deux étoiles; par a' et a'' les azimuts respectifs; par Δ leur distance sur la voûte céleste; par d la distance dans le champ du réticule, abstraction faite de la réfraction; par ρ la constante de la réfraction; par ρh la réfraction horizontale; par l' la différence des lectures obtenues en pointant les deux étoiles à la première époque; par l'' la différence des lectures obtenues à la seconde époque, on aura

$$\begin{aligned}\cos\Delta &= \cos z'\cos z'' + \sin z'\sin z''\cos(a''-a')\\ &= \cos(z''-z') - 2\sin^2\frac{a''-a'}{2}\sin z''\sin z';\end{aligned}$$

la réfraction n'agissant pas sur l'azimut, il faut, dans la différentiation, considérer $a''-a'$ comme une constante. On a alors

$$(\mathrm{A})\quad \left\{\begin{aligned}\sin\Delta\, d\Delta &= \sin(z''-z')\,d(z''-z')\\ &\quad + 2\sin^2\frac{a''-a'}{2}(\cos z''\sin z'\,dz'' + \cos z'\sin z''\,dz').\end{aligned}\right.$$

» Dans cette investigation préliminaire, il suffit d'admettre que la loi de la réfraction se trouve représentée par la formule $\rho\tan z$; en introduisant donc dans l'expression (A) pour dz' et dz'' les termes

$$-\rho\tan z' \quad \text{et} \quad -\rho\tan z'',$$

il en résultera

$$(\mathrm{B}) \qquad -\sin\Delta\, d\Delta = \rho\,\frac{\sin^2(z''-z')}{\cos z'\cos z''} + 2\rho[\cos(z''-z') - \cos\Delta].$$

On reconnaît immédiatement que $d\Delta$ sera un maximum lorsque l'une ou l'autre des deux distances zénithales z' ou z'' sera égale à $90°$, et, si en ce moment les deux astres se trouvent dans le même vertical : $-d\Delta$ est alors égal à $\rho h - \rho\cot\Delta$.

» Pour trouver ensuite l'époque à laquelle l'effet de la réfraction $d\Delta$ exercera sur la distance la plus faible action, il faut différentier l'équation (B), en regardant Δ comme une constante; on trouvera ainsi que le minimum aura lieu lorsque z'' sera égal à z', c'est-à-dire pour le moment où, en vertu du mouvement diurne, les deux astres seront arrivés à la même hauteur au-dessus de l'horizon. Dans ce cas, on aura, à l'aide de la formule (B),

$$-d\Delta = 2\rho\,\mathrm{tang}\,\frac{\Delta}{2}.$$

» La première mesure, à l'instant du maximum, fournit donc le résultat suivant

$$l' = d - \rho h + \rho\cot\Delta;$$

la seconde, à l'époque du minimum, donne

$$l'' = d - 2\rho\,\mathrm{tang}\,\frac{\Delta}{2};$$

il en résultera que, pour une distance Δ quelconque, en passant du maximum au minimum, la variation totale de la réfraction sera donnée par la formule

$$l'' - l' = \rho h - \rho\left(2\,\mathrm{tang}\,\frac{\Delta}{2} + \cot\Delta\right).$$

On peut, pour une valeur donnée de α ou de Δ, atteindre la variation maximum en effectuant les observations conjuguées de deux façons différentes. On commence la première observation à l'instant où l'étoile (I) se lève, et l'on procède à la seconde observation lorsque les deux étoiles se trouvent à égale hauteur au-dessus de l'horizon, ou bien on exécute la première mesure au moment du minimum, c'est-à-dire à l'instant où les deux astres se trouvent à la même hauteur, et l'on fait la dernière observation lorsque l'étoile (II) se couche.

» Il nous reste encore une remarque importante à faire pour démontrer la rigueur absolue de ce procédé. La durée d'une détermination complète de la réfraction étant de trois à quatre heures, on peut supposer qu'il se produit une modification sensible, $d\alpha$, dans l'angle du double miroir, par suite d'un changement notable dans la température. Il est facile de rendre le résultat absolument indépendant de cette influence, bien qu'il soit peu probable que cette variation $d\alpha$ soit possible. Il suffit de faire, dans chaque soirée, une double détermination en choisissant deux couples d'étoiles, de telle façon qu'au moment où la réfraction est maximum pour l'un des couples, elle est minimum pour l'autre. En effet, en commençant l'observation du couple d'étoiles (I) au moment où l'une des étoiles est à l'horizon et en combinant ensuite avec l'observation du minimum, $l'' - l'$ sera égale à $-\rho h + \rho \cot\Delta - 2\,d\alpha$; mais, si, après avoir effectué la première mesure du couple (I), on entreprend immédiatement, c'est-à-dire quelques minutes après, la première mesure du couple (II), à l'époque où la réfraction est un minimum, alors on obtiendra, au contraire,

$$l^{\text{IV}} - l''' = -\rho h + \rho \cot\Delta + 2\,d\alpha.$$

On voit donc que la moyenne des deux déterminations est absolument indépendante de $d\alpha$, et, la différence fournissant $4\,d\alpha$, on dispose d'un moyen très précis de constater cette variation de l'angle, si toutefois elle existe.

» Nous examinerons maintenant le problème au second point de vue, en recherchant la valeur de l'angle α qui fournit la plus grande variation de la réfraction. Comme le montre la formule, on aura la plus grande différence $d\Delta$, lorsque la quantité $\mathrm{T} = -\rho\left(2\tan\frac{\Delta}{2} + \tan\Delta\right)$ sera un minimum. En différentiant et en posant $\frac{d\mathrm{T}}{d\Delta} = 0$, on trouve

$$\sin\Delta = \cos\frac{\Delta}{2} \qquad \text{ou} \qquad \Delta = 60^\circ;$$

or, dans ce cas, l'angle α du double miroir, qui est le plus convenable, sera égal à 30°, et $l'' - l'$ devient, par suite, égale à

$$\rho h - 2\rho \tan 30^\circ = \rho h - 1'41'',1.$$

La plus grande variation de réfraction qu'on peut obtenir par la comparaison de deux observations conjuguées est donc égale à la réfraction cor-

respondant à la hauteur la plus basse, moins $1'41'',1$. Si, par exemple, l'observation la moins élevée a été effectuée à environ $12°$ au-dessus de l'horizon, le coefficient de l'inconnue ρ sera à peu près 3, c'est-à-dire que la variation ainsi déduite par ce procédé sera encore trois fois plus grande que la valeur de l'élément cherché. L'observation de l'étoile la moins élevée peut être faite jusqu'au moment où le coefficient de l'inconnue est égal à l'unité, ce qui arrivera à peu près à $20°$ de hauteur; mais, à mesure qu'on se rapproche des régions basses de l'atmosphère, le coefficient augmente d'une manière notable; on reconnaît donc facilement ici toute la précision que comporte la méthode nouvelle au point de vue de la détermination de la constante ρ et des autres éléments; mais la méthode nouvelle présente, en outre, cet avantage notable, impossible à réaliser par le procédé ordinaire, de pouvoir mesurer directement l'effet de la réfraction de degré en degré.

» Ayant ainsi déterminé les époques auxquelles il faut exécuter les observations et l'angle α qui correspond à l'effet maximum de la réfraction, il nous reste à exposer les règles à suivre dans le choix des étoiles. Il faut ici déterminer les coordonnées, de manière à rendre minimum l'intervalle de temps entre les deux observations conjuguées. On comprend facilement toute l'importance de cette dernière analyse que nous allons entreprendre, au point de vue pratique. Désignons par t' et t'' les angles horaires des deux étoiles au moment de la première observation, par τ' et τ'' les angles horaires au moment de la seconde observation, par S la différence $\tau''-\tau'=t''-t'$.

» A l'époque de la première observation, la première étoile se trouve à l'horizon, et la seconde, dans le même cercle de hauteur, à une distance de $60°$; on aura, par suite, les équations de condition suivantes

$$(1)\qquad \sin\varphi\sin\delta'+\cos\delta'\cos\varphi\cos(t''-S)=0,\qquad t''-t'=S,$$
$$(2)\qquad \sin\varphi\sin\delta''+\cos\delta''\cos\varphi\cos t'=\sin 60°,\qquad \tau''-\tau'=S;$$

mais, à l'époque de la seconde mesure, z'' étant égal à z', on aura

$$(3)\qquad \sin\varphi\sin\delta'+\cos\varphi\cos\delta'\cos(\tau''-S)=\sin\varphi\sin\delta''+\cos\delta''\cos\varphi\cos\tau'';$$

on a, en outre, à tout instant, la relation suivante :

$$(4)\qquad \sin\delta'\sin\delta''+\cos\delta'\cos\delta''\cos S=\cos 60°.$$

Ces quatre équations (1), ..., (4) renferment donc cinq inconnues : S, δ',

δ'', t' et τ'. En adoptant, par exemple, t' comme variable indépendante et en lui attribuant une valeur arbitraire, les quatre équations déterminent les valeurs numériques des quatre autres inconnues; mais, en ajoutant la condition que $\tau'' - t''$ doit être un minimum, toute indétermination disparaîtra.

» Cette condition du minimum sera atteinte, comme cela est facile à voir, lorsqu'au moment de la seconde observation τ'' sera égal à $-t''$ et $z' = z'' = 30°$.

» En posant donc, dans les équations (1) à (4), $\tau'' = -t''$, on ne possède plus que quatre inconnues, et les quatre équations précédentes se réduisent aux expressions suivantes :

$$\sin\varphi \sin\delta' + \cos\delta' \cos\varphi \cos(\tau'' + S) = 0,$$
$$\sin\varphi \sin\delta'' + \cos\delta'' \cos\varphi \cos\tau'' = \sin 60°,$$
$$\sin\varphi \sin\delta' + \cos\delta' \cos\varphi \cos(\tau'' - S) = \sin 60°,$$
$$\sin\delta' \sin\delta'' + \cos\delta' \cos\delta'' \cos S = \cos 60°.$$

» La transformation de ces équations conduit aux formules très simples ci-après, qui fournissent directement la valeur de toutes les inconnues,

$$\text{(I)} \qquad \sin 60° \sin\delta'' = \sin\varphi,$$
$$\text{(II)} \qquad \cos\varphi \sin\tau'' = \sin 30°,$$
$$\text{(III)} \qquad \sin\delta'' = 2 \sin\delta',$$
$$\text{(IV)} \qquad \sin S \cos\delta' = \sin 60°.$$

» En acceptant, par exemple, $\varphi = 0$, on aura

$$\delta'' = 0°, \qquad \delta' = 0°, \qquad \tau'' = 2^h, \qquad S = 4^h;$$

la durée entière de l'étude embrasserait donc quatre heures pour un observateur à l'équateur. Pour la latitude de Paris, on arrive aux nombres suivants

$$\delta'' = 25°46', \qquad \delta' = 60°24', \qquad \tau'' = 3^h 17^m 44^s, \qquad S = 4^h 56^m 19^s;$$

la durée du travail serait, dans ce cas, de six heures trente-cinq minutes; mais, comme il est impossible de commencer l'observation au moment même où l'astre se lève, l'intervalle se trouve, dans la pratique, réduit d'une manière notable. Toutefois, pour deux raisons d'un ordre pratique

différent, la solution ainsi fournie, bien qu'elle soit, au point de vue théorique, la plus rigoureuse, n'est pas néanmoins la plus rationnelle.

» On voit d'abord que l'intervalle de temps, nécessaire pour atteindre le maximum de l'effet de la réfraction, est considérable pour les observatoires dont la latitude se trouve comprise entre 40° et 60°; et, d'un autre côté, l'angle avec l'axe optique de chaque surface réfléchissante n'étant, dans ce cas, que de 15°, il faudrait donner aux deux miroirs une très grande étendue. En effet, afin de pouvoir produire les deux images à l'aide d'une portion de l'objectif égale à d, il serait nécessaire de donner à chaque réflecteur la dimension $D = 4d$. Ces inconvénients ne sont pas, en vérité, tellement considérables qu'on ne puisse les surmonter avec assez de facilité; néanmoins il est important de fournir la solution qui nous semble préférable dans le plus grand nombre de cas. »

OPTIQUE. — *Vérification expérimentale de la loi de Verdet, dans les directions voisines des normales aux lignes de force magnétiques.* Note de MM. A. Cornu et A. Potier.

« L'existence d'une double réfraction particulière que présenteraient les corps isotropes, placés dans un champ magnétique, suivant les directions normales aux lignes de force, a été établie théoriquement par l'un de nous [1] en supposant rigoureuse la loi de Verdet.

» Comme cette loi n'a été vérifiée que dans les directions où le pouvoir rotatoire magnétique est encore notable et que l'exactitude rigoureuse de cette loi a même été contestée [2], il nous a paru nécessaire de pousser la vérification aussi loin que possible, c'est-à-dire jusqu'aux directions où la rotation s'annule. Le but de cette vérification, outre l'intérêt qui s'attache à cette loi physique, était de démontrer implicitement que les deux nappes de la surface d'onde magnétique se coupent sous un angle fini, et qu'elles possèdent une forme rigoureusement sphérique.

---

(1) *Comptes rendus*, t. XCIX, p. 1045.

(2) *Sitzungsberichte der k. Acad. der Wissensch.*, XC Band; December-Heft, 1884. *La déformation de la surface d'onde dans le champ magnétique;* par M. le Dr Ernst von Fleischl. Les chiffres des expériences de Verdet ont conduit l'auteur à ne considérer la loi du cosinus que comme une première approximation et à ajouter à l'expression de cette loi un terme correctif.

» Faraday ayant découvert que la rotation magnétique ω s'annule dans la direction normale aux lignes de force, et change de signe lorsque le faisceau lumineux passe d'un côté à l'autre de cette direction, il en résulte que l'angle ω est nécessairement une fonction impaire de l'angle β que fait le faisceau avec la direction normale aux lignes de force :

$$(1) \qquad \omega = b\beta + c\beta^3 + \ldots.$$

» La question à résoudre est de savoir si le terme en β existe réellement : l'existence de ce terme entraîne en effet (comme on le démontre aisément) la conséquence que les deux nappes se coupent sous un angle fini proportionnel à b.

» Si la loi de Verdet est rigoureuse, ce terme existe, car on peut écrire l'expression de cette loi

$$(2) \qquad \omega = a\cos\left(\frac{\pi}{2} - \beta\right) = a\sin\beta = a\left(\beta - \frac{\beta^3}{6} + \ldots\right).$$

On voit même, par identification, que le coefficient b n'est autre que a ou celui qui figure dans la loi du cosinus : c'est donc sur la vérification de cette égalité que doivent porter les recherches.

» On voit aussi que, dans les directions voisines de $\beta = 0$, la loi du cosinus tend vers la loi de proportionnalité à l'angle β ; l'erreur relative de cette approximation est représentée par $\frac{\beta^2}{6}$, quantité très petite, inférieure à $\frac{1}{1000}$ en deçà de $\beta = \pm 4°27'$.

» Les difficultés expérimentales à résoudre sont les suivantes :

» 1° Réaliser un champ magnétique assez intense pour conserver, malgré les conditions si défavorables d'obliquité, des rotations mesurables avec une suffisante approximation. Pour y parvenir, on doit évidemment donner au champ magnétique des dimensions transversales assez grandes, afin de multiplier la rotation par la longueur du trajet parcouru.

» 2° Faire en sorte que, dans la portion utilisée, le champ magnétique soit sensiblement uniforme.

» Ces deux conditions sont presque contradictoires lorsqu'on dispose de ressources limitées comme les nôtres : nous avons néanmoins cherché à les réaliser avec une source d'électricité peu intense (machine Gramme, type d'atelier, et 30 accumulateurs) et un appareil électromagnétique de dimensions restreintes.

» La première condition a été remplie par la construction d'un type particulier d'électro-aimants de forme très allongée, à culasses très épaisses,

repliées autour du noyau central et rappelant les électro-aimants creux de Nicklès; ils en diffèrent par la forme de la capacité où s'enroule le fil, laquelle a été calculée en vue d'obtenir, avec le poids de cuivre employé, le maximum d'effet magnétique sur la face externe du noyau. Deux électro-aimants semblables étaient placés vis-à-vis l'un de l'autre à une petite distance; la surface libre des noyaux de fer doux offrant une longueur d'environ $0^m,32$ sur $0^m,03$ de hauteur, l'espace compris entre les surfaces en regard formait un champ dont l'intensité moyenne (1) atteignait 6000 unités C.G.S., pour une distance de $0^m,013$. Avec des écartements plus grands, l'intensité était sensiblement en raison inverse de la distance des noyaux.

» Dans ce champ magnétique de $0^m,32$ de longueur horizontale était disposé un tube rempli d'une solution saturée d'iodure rouge de mercure et d'iodure de potassium (liqueur de M. Thoulet), dont le pouvoir rotatoire est triple de celui du sulfure de carbone (2); ce tube était mobile autour d'un axe vertical et susceptible de prendre des inclinaisons de $5°$ de part et d'autre de la ligne médiane du champ : avec une longueur de $0^m,30$ on obtenait aux inclinaisons extrêmes une rotation simple de $\pm 9°$, qu'on mesurait environ à $\frac{1}{200}$ près (3).

» La seconde condition relative à l'uniformité du champ est difficile à remplir : effectivement, les premiers essais nous montrèrent que la loi de Verdet ne se vérifiait que grossièrement (*voir* la note finale); les divergences devaient-elles être attribuées à l'inexactitude de la loi physique ou à l'insuffisance de la réalisation des conditions théoriques? Évidemment,

---

(1) On l'évaluait par l'impulsion galvanométrique δ du courant induit maximum développé par une bobine ayant une surface totale s (exprimée en centimètres carrés) et tournant autour d'un axe perpendiculaire aux lignes de force. L'intensité M est donnée par

$$M = \delta \frac{E.C.R.}{s\delta_1} 10^2.$$

Le galvanomètre est taré en observant l'impulsion δ_1 causée par la décharge d'un condensateur de capacité C microfarads, chargé par un couple de force électromotrice E volts, la résistance du galvanomètre étant R ohms.

(2) La solution de borotungstate de cadmium que M. Klein a bien voulu nous procurer n'a un pouvoir rotatoire que de 10 pour 100 supérieur à celui de l'eau, malgré sa grande densité (3,4) et son fort indice (1,67).

(3) Cette colonne de $0^m,30$, placée dans ce champ magnétique suivant la direction médiane où le pouvoir rotatoire est nul, n'a pas montré trace de biréfringence.

avec leur faible épaisseur, les noyaux ne permettaient pas d'atteindre l'uniformité approximative du champ : on pouvait, il est vrai, leur appliquer deux larges armatures ; mais, lorsqu'on accroît les surfaces en regard, l'intensité du champ décroît à peu près en raison inverse de l'aire des armatures; insuffisance d'uniformité ou insuffisance d'intensité du champ, telle était l'alternative dans laquelle nous étions placés.

» Heureusement il n'est pas nécessaire que le champ magnétique soit réellement uniforme pour opérer les vérifications que nous avions en vue : c'est ce qui résulte du théorème suivant (MAXWELL, *Electr. and Magn.*, t. II, 808) :

» *D'après la loi de Verdet, l'angle dont le plan de polarisation d'un faisceau lumineux tourne entre deux points d'un trajet rectiligne effectué dans un champ magnétique ne dépend que des valeurs du potentiel magnétique aux deux extrémités de la trajectoire.*

» *Cet angle de rotation est égal au produit de la différence de potentiel aux deux extrémités de la trajectoire par la constante électro-optique du milieu* [1].

» Il suffit donc, pour vérifier la loi, de démontrer l'égalité des rotations produites dans deux colonnes de longueur inégale, mais dont les extrémités sont respectivement situées sur les deux mêmes surfaces équipotentielles.

» Si, dans un plan convenablement choisi, les lignes équipotentielles sont rectilignes et parallèles, la relation entre les longueurs e, e_1 des deux colonnes aboutissant respectivement aux deux mêmes lignes équipotentielles sera

$$e \sin\beta = e_1 \sin\beta_1 \tag{3}$$

(β et β_1 étant les angles des deux colonnes avec la direction commune de ces lignes), comme si le champ était réellement uniforme.

---

[1] En effet, la rotation $d\omega$ produite dans le parcours de l'élément ds est proportionnelle à la composante de l'action magnétique $d\omega = \mathrm{A}\, ds \mathrm{M} \cos\alpha$; mais $\mathrm{M}\, ds \cos\alpha$ est aussi le travail élémentaire $d\mathrm{V}$ des forces électromagnétiques sur l'unité de masse magnétique parcourant ds; la rotation totale est donc

$$\omega = \mathrm{A}\int_{s_0}^{s_1} ds \mathrm{M} \cos\alpha = \mathrm{A}\int_{\mathrm{V}_0}^{\mathrm{V}_1} d\mathrm{V} = \mathrm{A}(\mathrm{V}_1 - \mathrm{V}_0);$$

le potentiel magnétique en un point étant le travail des forces magnétiques sur la masse *un* venant de l'infini à ce point et ce travail ne dépendant que des deux extrémités de la trajectoire, le théorème ci-dessus est démontré.

» Or, cette condition peut être réalisée dans le plan horizontal de symétrie des noyaux lorsque leur écartement est petit par rapport à leur longueur. On le démontre d'ailleurs expérimentalement par l'examen d'un *fantôme magnétique :* la limaille de fer projetée sur un carton en coïncidence avec ce plan trace les *lignes de force* ou trajectoires orthogonales des lignes équipotentielles; on reconnaît que les filets sont rectilignes jusqu'au voisinage des extrémités des noyaux.

» L'expérience a été faite en plaçant dans le plan horizontal de symétrie des électro-aimants un tube rempli de la solution iodomercurique présentant en son milieu une branche transversale dix fois moins longue : on observait la rotation à travers la longue branche e sous diverses inclinaisons β par rapport à la ligne médiane du champ et de même à travers la petite branche e_1, ramenée parallèlement aux lignes de force ($\beta = 90°$). La vérification se réduit alors à constater que l'inclinaison particulière β qui produit la même rotation dans les deux branches satisfait à la relation (3).

» Nous donnons ici notre dernière série d'observations, dans laquelle non-seulement la relation ci-dessus est vérifiée, mais encore où la portion utilisée du champ magnétique était si près d'être uniforme que l'angle de rotation est sensiblement proportionnel à l'inclinaison β. Il a fallu, pour obtenir ce résultat, réduire la grande branche aux deux tiers de la longueur du champ.

Données.					Résultats.				
Courant : Double déviation galvanométrique 2δ.	Lecture de l'alidade du tube x.	Double déviation du plan de polarisation du faisceau. transversal $2\omega_1$	longitudinal 2ω.	Correction de l'effet des glaces 2ε.	Sinus de l'inclinaison $\sin\beta$.	Valeurs réduites. $2\omega'_1$	$2\omega'$.	Valeur calculée $2\omega'$.	Obs.—Calc.
8,32	c	9,55°	°	−0,23°		8,96°	°	°	°
8,30	0,35		9,77	−0,02	0,1064		9,40	9,58	−0,18
8,17	1,00		7,08	−0,02	0,0791		6,91	7,12	−0,21
8,09	2,00		3,26	−0,01	0,0370		3,21	3,32	−0,12
7,99	3,00		−0,36	0,00	−0,0050		−0,36	−0,45	+0,09
7,98		9,01		−0,22		8,81			
7,70	4,00		−4,01	+0,01	−0,0471		−4,16	−4,24	+0,08
7,65	5,00		−7,55	+0,02	−0,0892		−7,87	−8,02	+0,15
7,58		8,60		−0,21		8,85			

» Lumière monochromatique du gaz salé. — Polariseur à pénombres. — Nicol analyseur. — On observait $2\omega_1$ par des trous percés dans les noyaux.

» Longueur du tube longitudinal $e = 20^{cm},39$; du tube transversal $e_1 = 2^{cm},01$.

» Longueur de l'alidade du tube $h = 23^{cm},77$; zéro des inclinaisons $x_0 = 2,88$.

» L'inclinaison β de l'axe du tube longitudinal est donnée par $h \sin\beta = x_0 - x$.

» Les valeurs réduites des rotations sont proportionnellement ramenées à la déviation $2\delta_0 = 8,00$.

» Les valeurs calculées $2\omega'$ sont déduites de la formule $2\omega' e \sin\beta = 2\omega'_1 e_1$, où $2\omega'_1 = 8,87$, moyenne des valeurs $2\omega'_1$.

» La vérification proposée $e\sin\beta = e_1$ s'obtient deux fois avec les résultats du Tableau; des valeurs réduites $2\omega'$ on déduit, par interpolation, l'inclinaison β de la colonne longitudinale e qui aurait donné la rotation moyenne $2\omega_1 = 8°,87$ produite par la colonne transversale e_1. On trouve pour $\sin\beta$ (par simple proportionnalité) les deux valeurs

$$0,1006 \quad \text{et} \quad -0,1005,$$

d'où l'on tire

$$\left.\begin{aligned} e\sin\beta &= 20,39 \times 0,1006 = 2,052 \\ &= 20,39 \times 0,1005 = 2,050 \end{aligned}\right\} \text{Moyenne } e_1 \text{ (calculé)} . \quad 2^{c},051$$

$$e_1 \text{ (observé)}. \quad 2,01$$

$$\text{Obs.} - \text{Calc}\ldots \quad -0,04$$

» La vérification a donc lieu à 2 pour 100 *par excès*.

» La colonne des *valeurs réduites* $2\omega'$ présente une proportionnalité très satisfaisante entre l'angle de rotation et le sinus de l'inclinaison; le champ magnétique était donc à peu près uniforme dans la région utilisée. Mais, comme les valeurs calculées $2\omega'$ sont toujours *plus grandes* en valeur absolue que les valeurs observées, on en conclut que l'uniformité du champ n'était pas encore complètement atteinte dans toute son étendue; c'est ce qui ressort de la comparaison de ces résultats avec ceux des séries antérieures où une trop grande longueur de champ avait été utilisée (1).

---

(1) Voici l'une de ces séries faite avec un tube de $0^{m},30$:

$$e = 30^{cm},00, \quad e_1 = 3^{cm},06; \quad x_0 = 2^{cm},95, \quad \delta_0 = 8,50.$$

Données.					Résultats.				
δ.	x.	$2\omega_1$.	2ω.	2ε.	$\sin\beta$.	$2\omega'_1$.	$2\omega'$ obs.	$2\omega'$ calc.	Obs. — Calc.
8,95	3,00 (c)	17,75 (°)		−0,34 (°)		16,53 (°)			
8,85	0,38		16,96 (°)	−0,03	0,1081		16,26 (°)	17,51 (°)	−1,25 (°)
8,75	1,00		12,26	−0,02	0,0820		11,89	13,28	−1,39
8,55	2,00		5,57	−1,01	0,0400		5,53	6,47	−0,94
8,55	3,00	16,82		−0,32		16,40			
8,45	3,00		−0,06	0,00	−0,0021		−0,06	−0,33	+0,27
8,40	4,00		−6,00	0,01	−0,0442		−6,06	−7,15	+1,09
8,40	5,00		−12,30	0,02	−0,0862		−12,43	−13,97	+1,54
8,38	5,35		−14,69	0,03	−0,1010		−14,87	−16,35	+1,48
8,30	3,00	16,54		−0,31		16,62			

On en déduit

$$\left.\begin{aligned} e\sin\beta &= 30^{c} \times 0,1097 = 3^{cm},29 \\ &= 30^{c} \times 0,1115 = 3^{cm},35 \end{aligned}\right\} \text{Moyenne } e_1 \text{ (calculé)}\ldots\ldots \quad 3^{cm},32$$

$$e_1 \text{ (observé)}\ldots\ldots \quad 3,06$$

$$\text{Obs.} - \text{Calc}\ldots \quad -0,26$$

On voit, par la grandeur et le signe des différences Obs. — Calc. comment se manifeste un défaut grave d'uniformité du champ.

» En résumé, la loi de Verdet est satisfaite avec toute la précision que comportent nos appareils, et les petites divergences qui subsistent doivent être attribuées surtout au défaut d'uniformité du champ magnétique. »

BOTANIQUE FOSSILE. — *Détermination spécifique des empreintes végétales du terrain houiller*. Note de M. GRAND'EURY.

« Ayant été chargé par les exploitants du bassin houiller du Gard de classer les couches de ce bassin, principalement avec l'aide des fossiles, j'ai été amené à reprendre la détermination spécifique des empreintes végétales.

» J'ai constaté à Alais, comme à Saint-Étienne, de bas en haut de la série des couches superposées, des changements de flore de deux sortes : les uns lents, mais continus et devenant importants à la longue ; les autres accidentels d'une couche à l'autre et pouvant servir à les caractériser individuellement.

» Au milieu des changements généraux de la flore, on voit un certain nombre d'espèces restées fixes, comme les *Syringodendron alternans* St., *Ptychopteris macrodiscus* Br., *Calamites Suckowii* Br., *Cordaites borassifolius* St., etc.

» Or, d'après les rapprochements que j'ai pu faire, les espèces fixes correspondent chacune à plusieurs autres espèces voisines et succédanées et en ont toute la durée géologique; aussi offrent-elles peu d'intérêt pour la Stratigraphie.

» Je rappellerai à ce sujet que les espèces fossiles sont établies d'après des débris de plantes d'ordinaire fort imparfaits. Ces débris ne représentent pour ainsi dire toujours que des organes isolés et souvent même qu'une partie, qu'une impression de ces organes. Cet état de choses a eu pour effet la création de genres et espèces distinctes, non seulement pour les divers organes des mêmes plantes, mais parfois pour leurs parties dissociées. Aussi, au point de vue taxonomique, la Botanique fossile est-elle encore dans l'enfance, et il est à craindre qu'elle ne reste longtemps stationnaire, à cause de l'isolement invariable des organes végétaux dispersés dans les roches du terrain houiller. C'est à peine si l'on a réussi à rapprocher génériquement quelques débris; quant à les rapprocher spécifiquement, c'est-à-dire à restaurer les espèces fossiles dans leur entier, c'est une entreprise qui ne saurait être tentée utilement que dans les mines ou

au moyen des forêts fossiles, l'analogie ne pouvant pas suppléer à l'observation directe, à cause des formes anormales que revêtent la plupart des végétaux houillers.

» C'est du moins ainsi, et grâce à des circonstances très favorables, que j'ai pu identifier les unes aux autres un certain nombre d'espèces fossiles fragmentaires, et constater que quelques-unes sont, et l'on devait s'y attendre, individuellement équivalentes à plusieurs autres.

» On se représente avec raison les *Sigillaria* comme de très hautes tiges simples, ornées de cicatrices foliaires et couronnées d'un bouquet de feuilles linéaires appelées *Cyperites*. Les tiges, en dépit des changements qu'éprouvent leurs caractères superficiels et qui comportent entre espèces voisines des variétés analogues, se rapportent certainement à un assez grand nombre d'espèces, tandis qu'il serait bien difficile de former plusieurs espèces de *Cyperites*. Une forêt fossile du Gard m'a fourni l'occasion d'observer la base enracinée de ces plantes et de bien constater qu'elle n'a émis ni feuilles ni radicelles, les glandes dont elle est marquée n'étant d'ailleurs accompagnées d'aucun passage vasculaire; à mon avis, c'est à cette base que doit être limité le genre *Syringodendron* St. [1]. Or elle présente peu de variations par rapport aux tiges qui lui font suite, de telle sorte qu'à une espèce de *Syringodendron* j'ai vu correspondre plusieurs espèces de *Sigillaria*. J'ai en outre constaté que les Sigillaires se ressemblent encore plus par leurs racines qui sont les *Stigmariopsis* Gr., si bien que le *Stig. rimosa* Gold. est commun au groupe des *Leiodermaria* en général, et le *Stig. inæqualis* Gein. aux autres Sigillaires du Gard. Les racines de chacune de ces deux espèces offrent bien entre elles quelques différences, mais il est difficile, pour ne pas dire impossible, de démêler celles d'ordre spécifique de celles qui sont dues à l'accroissement de l'organe. C'est donc par la tige, par les cicatrices foliaires dont elle est si diversement décorée, que les Sigillaires ont le plus varié, et c'est en même temps la partie de ces végétaux la plus utile à consulter pour le classement des couches de houille.

» Dans les Fougères, c'est la feuille qui offre de beaucoup le plus grand nombre de modifications et fournit les espèces irréductibles. Ayant rat-

---

(1) J'en dois excepter les *Syringodendron cyclostigma* Br., *pachyderma* Br., *Brongniartii* Gein., que j'ai trouvés pourvus d'un épiderme portant les cicatrices des *Sigillaria*; c'est un fait qu'on devait attendre des traces vasculaires qui, dans ces tiges incomplètes, accompagnent les glandes de leurs empreintes.

taché génériquement les *Caulopteris* Lind. et *Psaronius* Cot. aux *Pecopteris* Br., j'ai pu vérifier que, tout en formant plusieurs espèces distinctes, la surface de leurs tiges, objet du genre *Caulopteris*, est susceptible d'une polymorphie bien moins grande que les feuilles connues sous le nom de *Pecopteris*. Il existe même une espèce de tiges très répandues qui, figurant les *Caulopteris* dépouillés de leur épiderme, correspond à elle seule à la plupart des *Pecopteris;* c'est le *Ptychopteris macrodiscus* Br. dont les différenciations faibles, d'ailleurs, échappent à l'analyse. Les *Psaronius* sont encore plus semblables dans l'état fossile ordinaire. Ce n'est pas à dire qu'à chaque type de feuilles ne soient subordonnés quelques détails de structure; mais il est tout à fait impossible de les discerner sur les empreintes de *Psaronius*. Les grandes frondes de Névroptéridées offrent aussi, avec des feuilles de forme et de nervations excessivement variées, des supports ou *Aulacopteris* Gr. (qui ont été confondus avec les *Nœggerathia* St.) dont la moindre variante à l'état d'empreinte a une importance générique par rapport aux découpures foliaires.

» Les Cordaïtées, tout au contraire, présentent, sur les empreintes de leurs feuilles, moins de différences appréciables que dans les autres organes. Les feuilles de cette famille sont des plus uniformes par les nervures parallèles dont elles sont parcourues. Or on trouve souvent avec elles, dans le plus étroit voisinage, des graines appartenant à plusieurs types voisins; avec les feuilles non moins uniformes de *Dory-Cordaites* Gr. se rencontrent aussi dans les divers étages du terrain houiller des *Samaropsis* Göp. d'espèces différentes; même avec le *Cordaites borassifolius* St. (espèce fondée exclusivement sur le relief des nervures) ne gisent pas les mêmes graines dans les terrains houillers supérieurs et inférieurs. D'un autre côté, la structure du bois paraît constante dans les véritables *Cordaites*, comme, du reste, elle l'est dans de nombreux genres de plantes vivantes, et le *Dadoxylon Brandlingii* Witham, qui la représente, a une valeur générique. Il semble ainsi, d'après cela, que ce soit par les graines que l'on puisse le mieux juger des apparitions successives de la famille des Cordaïtées.

» Il paraît en être de même de la plupart des Gymnospermes du terrain houiller, les graines qu'il est possible de leur rapporter étant incomparablement plus diversifiées, si l'on excepte les Sigillaires avec lesquelles ne se trouvent, dans le Gard, mélangées intimément ensemble que des macrospores. Cela est constant dans tout le Centre de la France où souvent avec une seule sorte de feuilles ou de tiges sont réunies des graines variées; ce qui tendrait à établir qu'à l'inverse d'aujourd'hui, par suite sans doute de

la grande action du climat de l'époque sur les organes de végétation, l'appareil fructifère constituait la partie la moins fixe des végétaux supérieurs les premiers apparus sur le globe.

» Les *Calamites* et les *Calamodendron*, dont les empreintes confinent, ne sont pas connus au point de vue qui nous occupe, c'est-à-dire qu'on ignore les rapports que ces tiges ont entre elles aussi bien qu'avec les *Asterophyllites* Br. et les *Volkmannia* Presl. Ces plantes sont loin d'être aussi simples qu'on le suppose. J'ai découvert dans la Loire et dans le Gard cinq genres d'*Asterophyllites* dont deux s'éloignent beaucoup des formes connues, et je crois avoir distingué dans les épis qu'on peut leur rapporter un nombre de types encore plus grand; j'ai même rencontré avec les espèces d'*Asterophyllites* qu'on trouve dans plusieurs étages, comme l'*Ast. equisetiformis* Schl., des *Volkmannia* assez différents, au moins par les dimensions.

» Les tiges qui ont porté directement les *Asterophyllites* ne sont pas les *Calamites* Suck., mais les empreintes caulinaires dont j'avais fait le genre *Calamophyllites*. J'ai constaté dans les forêts fossiles des environs d'Alais que le genre *Calamites* a rapport à la partie du système des tiges complexes de Calamariées traçantes qui, s'étant développée dans la vase et l'eau, n'a pas émis de feuilles, les *Calamites* étant ainsi aux *Calamophyllites* Gr. comme les *Syringodendron* aux *Sigillaria;* ce sont, des deux côtés, les parties dissemblables d'un même organe ayant végété dans des milieux différents.

» Or les *Calamophyllites* forment moins d'espèces que les *Asterophyllites*, et les *Calamites*, ou la partie submergée de leurs tiges, est encore moins sujette à différenciation; en sorte que, à une espèce de *Calamites*, il peut correspondre plusieurs types d'*Asterophyllites*. Aussi les moules calamitoïdes ont-ils une grande durée géologique; les *Calamites Cistii* Br., *Suckowii* Br., *cannæformis* Schl., se rencontrent en effet dans tous les étages houillers.

» J'ai assez bien reconnu que les *Calamites cannæformis* et *varians* vont avec les *Asterophyllites* du type *Equisetiformis* Schl. et les *Volkmannia gracilis* Pr.; que le moule des tiges de ces végétaux est empreint de la structure du bois d'*Arthropitus*, et que leur écorce rappelle dans la partie inférieure le *Calamophyllites ingens* Gr., dans la partie supérieure, le *Calamophyllites communis*.

» Les autres groupes de plantes fossiles se prêtent à des considérations analogues. Les exemples cités suffiront, je crois, à montrer le grand intérêt qui s'attache à la reconstitution des espèces fossiles, non seulement pour l'avancement de la Botanique fossile, mais aussi pour l'application utile

qu'on peut faire des empreintes végétales au classement des couches du terrain houiller. »

CHIMIE. — *Sur l'équivalent des terbines.* Note de M. **Lecoq de Boisbaudran.**

« On n'est pas encore parvenu à séparer complètement de la terbine toutes les autres terres connues; ces dernières sont toujours présentes en quantités très notables et, souvent même, constituent la majeure partie de la masse totale. Aussi les équivalents trouvés pour les divers échantillons de terbine varient-ils considérablement.

» De longs fractionnements, opérés d'abord par l'ammoniaque, puis par le sulfate de potasse, m'ont permis de préparer une terre jaune, assez sensiblement plus foncée qu'aucune de celles que j'avais eu l'occasion de voir auparavant (1).

» Cette terre foncée ne contient plus que des traces insignifiantes des corps étrangers anciennement connus, sauf l'holmium, dont la proportion est toutefois faible.

» On ne saurait cependant regarder cette terre comme homogène, même abstraction faite de sa petite teneur en holmium, car elle donne d'assez beaux spectres $Z\alpha$ et $Z\gamma$ (2) qui ne paraissent pas être propres à la terre foncée, puisqu'ils sont plus développés à l'autre extrémité du fractionnement par K^2O, SO^3, où les oxydes sont beaucoup moins colorés. Quant à la fluorescence $Z\beta$, comme elle est la plus brillante dans la terre la plus foncée, on ne peut pas affirmer qu'elle indique la présence d'un élément différent de celui dont l'oxyde est jaune foncé. La question de l'identité de $Z\beta$ et Tr reste donc pendante, Je dois faire observer néanmoins que la fluorescence $Z\beta$ est encore très belle avec des terres peu colorées.

» L'équivalent de ma terre foncée (composée de $Z\beta$ — Tr, Za — $Z\gamma$ et d'une faible quantité de Ho, avec traces négligeables de Er et Sm) est un

(1) M. Delafontaine a annoncé avoir préparé une terbine jaune-orangé foncé, mais l'équivalent de cette terre était 114, ce nombre étant toutefois considéré comme un minimum par M. Delafontaine (*Annales de Chimie et de Physique,* p. 243; juin 1878).

(2) Dans une Note précédente, j'ai dit que la non-identité de $Z\alpha$ et $Z\gamma$ n'était pas démontrée.

peu plus élevé que ceux des diverses terbines préparées par les auteurs dont j'ai pu lire les Mémoires.

» Il est à remarquer que toutes les anciennes terbines que j'ai examinées spectralement contenaient de fortes proportions de l'Ya de M. de Marignac et d'holmium; souvent aussi, de l'yttrium et du samarium. Les équivalents de Yα, Sm et surtout Yt, étant relativement peu élevés, ont naturellement dû abaisser l'équivalent trouvé pour les terbines qui contenaient ces corps.

» J'ai déterminé les équivalents par la méthode des sulfates anhydres. Chaque valeur est la moyenne de plusieurs nombres assez concordants. Les expériences ont été faites sur $0^{gr},2$ à $0^{gr},7$ de terre pour les équivalents, et sur $0^{gr},04$ à $0^{gr},06$ pour la détermination de l'oxygène en excès sur la formule M^2O^3.

» Ma terre la plus foncée possède une suroxydation un peu variable (ainsi, du reste, que sa coloration), suivant la façon dont la calcination a été faite; cette suroxydation a été trouvée, pour les échantillons qui ont servi à prendre les équivalents, de 0,71 et 0,69 pour 100 de la terre suroxydée; soit en moyenne 0,70 pour 100 [1].

» Déduisant cet oxygène en excès du poids de la terre brute, on arrive aux équivalents suivants pour la terre de formule $M^2O^3\left(M^{\frac{2}{3}}O\right)$.

Terre la plus foncée.......	Éq = 125,2	Dans des conditions où le nombre obtenu était certainement un maximum.
Terre la plus foncée.......	Éq = 124,7	Dans des conditions où le nombre obtenu était probablement légèrement trop faible.

» Ce qui porterait au moins à 163,1 le poids atomique moyen des métaux de la terre la plus foncée.

» Pour d'autres terbines (un peu moins colorées que la mienne), on avait eu

Terbine, encore impure, de la gadolinite..................	115 environ.
Terbine de la samarskite................................	122,3 [2]
Terbine de provenance inconnue et préparée par M. Clève ...	117,7

---

(1) L'oxygène en excès sur M^2O^3 a été dosé en mesurant la quantité d'iode mise en liberté lors de l'attaque de la terre par un mélange de KI et de HCl.

(2) Ces terbines de la gadolinite et de la samarskite m'ont été obligeamment données, il y a déjà assez longtemps, par M. de Marignac.

» Ma terre la plus claire (¹) (fractionnement par K^2O, SO^3) a donné 0,12 et 0,16 pour 100 d'oxygène en excès sur M^2O^3, soit en moyenne 0,14 pour 100. Déduisant cet oxygène du poids de la terre brute, on arrive aux équivalents :

Terre la plus claire........	Éq = 124,1	Dans des conditions où le nombre obtenu était certainement un maximum.
Terre la plus claire........	Éq = 123,6	Dans des conditions où le nombre obtenu était probablement légèrement trop faible.

Ce qui porterait au moins à 161,4 le poids atomique moyen des métaux de la terre la plus claire.

» Voici le résultat de l'analyse spectrale appliquée à diverses terbines :

	N° 1. Tr^2O^3 impure de la gadolinite. Éq = 115 environ.	N° 2. Tr^2O^3 de la samarskite. Éq = 122,3.	N° 3. Tr^2O^3 préparée par M. Clève. Éq = 117,7.	N° 4. Ma Tr^2O^3 la plus claire. Éq = 123,6 minimum.	N° 5. Ma Tr^2O^3 la plus foncée. Éq = 124,7 minimum.	
Coloration des terres.	Assez pâle.	Moyenne. Un peu plus foncée que n° 1.	Assez foncée.	Pâle. Un peu plus pâle que n° 1.	Foncée.	
Absorption.	Notable.	Notable.	Notable.	Notable. Beaucoup plus que dans n° 5.	Assez faible.	Bau.
	Assez sensible, mais beaucoup moins abondant que le Ho.	Faible, mais plus abondant que dans nos 3 et 5.	Traces faibles.	Modéré, mais beaucoup plus abondant que dans n° 5.	Traces très faibles.	Er.
	Faible.	Nul.	Notable.	Nul.	Traces très faibles.	Sm.
	Très faible.	Nul.	Nul ou très faible.	Nul.	Nul.	Di.

(¹) Les fractionnements antérieurs par l'ammoniaque avaient déjà enlevé la majeure partie des corps étrangers, tels que Sm, Yt et Yα.

	N° 1. Tr^2O^3 impure de la gadolinite. Éq = 115 environ.	N° 2. Tr^2O^3 de la samarskite. Éq = 122,3.	N° 3. Tr^2O^3 préparée par M. Clève. Éq = 117,7.	N° 4. Ma Tr^2O^3 la plus claire. Éq = 123,6 minimum.	N° 5. Ma Tr^2O^3 la plus foncée. Éq = 124,7 minimum.	
Étincelle directe. Solutions chlorhydriques.	*Notable.*	Nul.	Nul.	Traces faibles.	Nul.	Yt.
	Fort. Un peu plus que dans n° 2.	*Très notable.* plus que dans n° 3.	Assez notable.	Nul.	Nul.	Yα.
	Très notable, mais un peu moins que dans n° 2.	Très notable.	(Indéterminé) ([1]).	Très notable, sensiblement plus que dans n° 5.	Assez notable.	Zγ.
Fluorescence des solutions chlorhydriques.	Assez notable. Plus faible que dans n° 2, mais insuffisamment déterminé.	Notable, mais insuffisamment déterminé.	Assez modéré, mais insuffisamment déterminé.	Fort. Assez sensiblement plus que dans n° 5.	Très notable.	Zα
	Fort.	Fort.	Fort, mais peut-être un peu moins que dans n° 4.	Fort, mais très sensiblement moins que dans n° 5.	Très fort.	Zβ.

CHIMIE. — *Sur l'emploi du sulfate de potasse dans les fractionnements de terres rares.* Note de M. **Lecoq de Boisbaudran.**

« On opère généralement en saturant de sulfate de potasse une liqueur de volume plus ou moins considérable suivant la terre qu'on désire séparer. Par ce procédé, il est difficile de fractionner la partie des terres qui est la plus soluble dans le K^2O, SO^3. Je préfère la marche suivante :

([1]) Cette terbine n° 3 m'avait été communiquée pour que j'en fisse l'examen spectral et a été retournée à M. Clève. Je n'ai donc pu comparer directement la fluorescence de la terbine n° 3 avec les fluorescences de mes récentes terbines, ce qui aurait été nécessaire pour déterminer exactement les intensités relatives de ces spectres. Cette terbine de M. Clève, quoique renfermant encore notablement de Ho, Sm et Yα, est cependant la moins chargée de corps étrangers déjà connus que j'aie examinée avant la préparation de ma terre foncée n° 5. Pourtant son équivalent est très faible et ne correspond qu'à un poids atomique métallique moyen = 152,5.

» A la liqueur, assez étendue, qui renferme les terres, on ajoute une certaine quantité de solution de K^2O, SO^3, saturée ou non. S'il se forme un dépôt de sel double, on le recueille, puis on ajoute successivement, par petites portions, de l'alcool dilué qui produit chaque fois un nouveau précipité de sel double. On arrive ainsi à pousser jusqu'au bout le fractionnement des terres les plus solubles dans le sulfate de potasse aqueux. Ce procédé m'a donné de bons résultats. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Réflexions sur une Note de M.* Jean Luvini *relative aux tourbillons atmosphériques* (¹); par M. Léon Lalanne.

« Dans une Note intéressante présentée à l'Académie lors de sa dernière séance, l'auteur, M. Jean Luvini, expose successivement la série des faits et des observations qui ont été produits à l'appui de deux thèses contraires plusieurs fois soutenues devant elle, les uns contre la théorie des tourbillons de M. Faye, les autres à l'appui de cette théorie. Malgré l'impartialité de l'exposé, l'auteur, tout en protestant contre toute prétention de s'ériger en juge dans la discussion qui s'est produite entre deux savants éminents, penche évidemment pour l'opinion qui n'admet ni trombes ascendantes ni eau absorbée, opinion qui est bien celle de M. Faye.

» Pas plus que M. Luvini, je ne voudrais entrer dans le domaine d'une théorie encore en litige entre deux éminents Confrères. Autant que les discussions précédentes me permettent de le dire, on a invoqué de part et d'autre des illusions d'optique qui auraient induit des observateurs très éclairés et très impartiaux à voir un mouvement ascendant au-dessus de la mer, là où il n'y avait qu'un mouvement descendant, ou réciproquement. Je ne rappellerai donc que pour mémoire le phénomène surprenant par sa grandeur, auquel il m'a été donné d'assister, il y a déjà longues années, et dont de nombreux spectateurs ont été témoins en même temps que moi, celui de onze trombes se formant en vue de la crique d'Étretat, dans une matinée du commencement de septembre 1851, sous forme d'autant de cônes renversés, dont la base se perdait dans les nuages et dont la pointe s'allongeait successivement vers la mer, à la surface de laquelle un bouillonnement surgissait peu à peu, puis était enveloppé par un autre cône dont la pointe venait rejoindre le premier cône renversé. Il y avait donc

(¹) *Comptes rendus*, t. CII, p. 372.

là, en apparence du moins, un mouvement ascendant marchant à la rencontre d'un mouvement descendant (*Comptes rendus*, t. XCV, p. 430). Mais je n'insiste pas, puisque cette observation, pour exacte qu'elle soit, a pu donner lieu à des conclusions contraires à celles qui semblaient résulter des apparences.

» Ce qui ne comporte guère d'interprétations diverses, ce sont les deux faits suivants, dont je n'ai pas été témoin, mais dont l'authenticité me semble résulter, l'un du témoignage des anciens du pays, l'autre d'une information hors de conteste. Il y a déjà presque un demi-siècle, lors des ravages produits sur le littoral du pays de Caux, entre le Havre et Dieppe, par des tempêtes qui avaient pris naissance au large, une trombe venant de la mer rencontra le petit vallon de Vaucottes qui y aboutit, entre Étretat et Yport, et y déversa une pluie diluvienne. Des arbres furent déracinés, entraînés et formèrent une sorte de barrage derrière lequel les eaux furent retenues jusqu'à ce qu'elles pussent rompre cet obstacle. Dans le fond du ravin redevenu sec, on ramassa des poissons de mer, à plus d'un kilomètre du rivage. Il est difficile de croire qu'ils eussent été apportés autrement que par un mouvement transversal, mais ascendant.

» A l'issue même de la séance où je venais de faire à l'Académie cette Communication, dont j'ai négligé de conserver la trace dans les *Comptes rendus*, mais que je sais remonter à la fin de 1883, notre regretté Confrère Dupuy de Lôme me disait :

« Mon père, capitaine de vaisseau, se trouva, lors d'une de ses navigations, dans le rayon d'action d'une trombe; lorsque son bâtiment fut dégagé, le pont était couvert de poissons qui n'étaient pas des poissons volants. Votre Communication n'a donc fait que me rappeler un phénomène dont je connaissais l'existence. »

M. Jurien de la Gravière communique à l'Académie la Note suivante : « Sur l'emploi fait à la fonderie de Ruelle des machines dynamométriques au transport de la force ».

» Depuis l'année 1879, on a fait usage, à la fonderie de canons de la Marine, à Ruelle, des machines Gramme pour le transport de la force. Dans une première application de ce mode de transmission, on mettait en mouvement le treuil d'un pont roulant, dont la distance à la force motrice était variable jusqu'à 50^m. Le mouvement du treuil était fort régulier, et la force transmise s'élevait de 45 à 50 pour 100 de la force motrice.

» On fit mouvoir de la même manière le compresseur d'une machine à traction pour l'épreuve des métaux à canon. L'intervalle des deux machines était de 180^m.

» Une application de ce mode de transmission de la force, dont la fonderie fait avec avantage un fréquent usage, permet d'exécuter des travaux de perçage et autres, sur des canons, plaques ou diverses pièces très pesantes, sans les déplacer pour les transporter à l'atelier. Dans ce cas, un arbre flexible du système de MM. Stow et Burnham est fixé par une de ses extrémités sur l'arbre mobile de la machine réceptrice, et transmet, par son autre extrémité, le mouvement de rotation à une machine à percer ou à une autre machine-outil.

» En 1882, on fit mouvoir pendant trois semaines des ventilateurs placés à 90^m de la force motrice, qui était de 10 chevaux.

» En 1883, on mit en mouvement de la même façon, pendant un mois, des pompes d'épuisement. La force motrice était de 6 chevaux; l'intervalle des deux machines Gramme était de 200^m.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats qui doit être présentée à M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie, pour la chaire de Mécanique appliquée aux arts, devenue vacante au Conservatoire des Arts et Métiers par le décès de M. *Tresca*.

Au premier tour de scrutin, destiné au choix du premier candidat, le nombre des votants étant 45,

M. Hirsch	obtient.	41	suffrages.
M. Alfred Tresca	»	2	»
M. Léauté	»	1	»

Il y a un bulletin blanc.

Au second tour de scrutin, destiné au choix du second candidat,

M. Alfred Tresca	obtient.	43	suffrages.
M. Kretz	»	1	»

Il y a un bulletin blanc.

En conséquence, la liste présentée par l'Académie à M. le Ministre comprendra :

En première ligne. . . . . M. **Hirsch**.
En seconde ligne. . . . . M. **Alfred Tresca**.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les Concours de l'année 1886.

Le dépouillement donne les résultats suivants :

Grand prix des Sciences mathématiques (*Étudier les surfaces qui admettent tous les plans de symétrie de l'un des polyèdres réguliers*) : MM. Hermite, Bertrand, Darboux, Jordan et Laguerre réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. O. Bonnet et de Jonquières.

Prix Francœur : MM. Hermite, Darboux, Bertrand, Laguerre et O. Bonnet réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. Jordan et Phillips.

Prix extraordinaire de six mille francs : MM. Jurien de la Gravière, Paris, Bouquet de la Grye, Mouchez et de Jonquières réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. Phillips et Resal.

Prix Poncelet : MM. Hermite, Bertrand, Lévy, Phillips et Darboux réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. Laguerre et Jordan.

Prix Montyon (*Mécanique*) : MM. Phillips, Resal, Lévy, Boussinesq et Haton de la Goupillière réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. Laguerre et Bertrand.

Prix Plumey : MM. Jurien de la Gravière, Phillips, Paris, Resal et de Jonquières réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. Mouchez et Lévy.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Boisseau du Rocher**, en réponse aux observations présentées récemment par M. *Trouvé*, adresse une Note destinée à établir que le système optique de son mégaloscope est absolument différent du polyscope de M. Trouvé.

(Commissaires : MM. Gosselin, Richet.)

M. L. **Jaubert** adresse une Note relative à un système de délimitation des constellations célestes, par des lignes géométriques régulières.

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Président** présente à l'Académie un Ouvrage de M. *Gabriel Charmes*, portant pour titre « La réforme de la Marine ».

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une Notice biographique sur « Jean-Dominique Larrey », publiée à Stuttgart par le Dr *H. Werner,* avec le titre « Ein Lebensbild aus der Geschichte der Chirurgie, nach seinen Memorien entworfen ». (Présenté par M. Larrey.)

2° « L'Année électrique, 2e année », par M. *Ph. Delahaye*.

3° Le « Guide de Physique pratique de M. *F. Kohlrausch* », traduction de MM. Thoulet et Lagarde. (Présenté par M. Berthelot.)

4° Les « Échinides fossiles de l'Algérie ; 9e fascicule, étage éocène », par MM. *Cotteau, Péron* et *Gauthier*. (Présenté par M. Alph. Milne-Edwards.)

M. H. **Filhol** prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place devenue vacante, dans la Section d'Anatomie et Zoologie, par le décès de M. H.-Milne Edwards.

(Renvoi à la Section d'Anatomie et de Zoologie.)

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Barnard, faites à l'observatoire impérial de Rio de Janeiro;* par M. L. Cruls.

« Ces observations ont été faites à l'équatorial de 0m,25; elles s'étendent du 15 juillet au 8 août, date après laquelle la faiblesse de la comète a rendu celle-ci invisible.

Dates 1885.	Étoiles de comp.	Gr.	Ascension droite ✶⋞ — ✶.	Ascension droite Log. fact. par.	Déclinaison ✶⋞ — ✶.	Déclinaison Log. fact. par.
			m s		′ ″	
Juill. 15.....	*a*	6½	— 0. 4,90	7,542	—10.13,6	9,367*n*
16.....	*b*	6½	— 3.44,38	8,275*n*	— 9.53,3	9,364*n*
31.....	*c*	8	— 0.39,91	8,241	— 1.35,2	8,993*n*
Août 1.....	*d*	7	+ 5.35,14	8,144	+ 7.45,0	8,959*n*
3.....	*e*	7	+ 2. 3,66	7,415	—11.29,5	8,798*n*
4.....	*f*	6½	+ 4.40,00	8,310	+ 6.10,3	8,559*n*
7.....	*g*	9	— 4.22,43	8,385	—12.12,1	8,741*n*
8.....	*h*	8	—12.30,29	8,341	+ 0. 5,5	8,635*n*

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1885.	Étoiles de comparaison.	Ascension droite moyenne 1885,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1885,0.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
Juill. 15.....	*a* = 2078 Lamont	17. 7.19,56	+2,95	— 9. 8.47,6	+8,3
16.....	*b* = 2084 Lamont	17. 9.21,56	+2,96	— 9.40.35,3	+8,4
31.....	*c* = 30617 Lal.	16.44.48,75	+2,92	—17.44.44,9	+5,0
Août 1.....	*d* = 30394 Lal.	16.37.22,65	+2,89	—18.19.40,7	+4,2
3.....	*e* = 30436 Lal.	16.38.46,21	+2,89	—18.55.36,0	+4,2
4.....	*f* = Y.-C.C.-BAC.	16.35. 7,92	+2,88	—19.42. 8,7	+3,7
7.....	*g* = 30515 Lal.	16.41.24,18	+2,89	—20.44.25,3	+3,6
8.....	*h* = 30725 Lal.	16.48.41,54	+2,93	—21.23.11,7	+4,5

Positions apparentes de la comète.

Dates 1885.	Temps moyen de Rio.	Ascension droite de la comète.	Nombre de comp.	Déclinaison de la comète.	Nombre de comp.	Obs.
	h m s	h m s		° ′ ″		
Juill. 15....	9.43.59	17. 7.17,61	3	— 9.18.52,9	3	M.
16....	8.15.29	17. 5.40,14	3	— 9.50.20,2	3	M.
31....	9. 7.33	16.44.11,77	10	—17.43. 0,7	8	C. D.
Août 1....	8.49.43	16.43. 0,68	5	—18.11.51,5	5	Mz.
3....	8. 4.59	16.40.52,76	9	—19. 7. 1,3	9	M.
4....	8.59.56	16.39.50,80	6	—19.35.54,2	7	M.
7....	8.56.51	16.37. 4,64	4	—20.56.33,8	4	M.
8....	8.43.11	16.36.14,18	3	—21.23. 1,9	3	M.

» L'ascension droite de l'étoile de comparaison f, qui se trouve dans les *Catalogues* du Cap 1850 sous le n° 3088, de Yarnal sous le n° 6886, et de B.A.C. sous le n° 5580, est une moyenne entre les Æ fournies par ces trois Catalogues, et sa déclinaison résulte des deux derniers.

» Dans la colonne Obs. se trouvent les initiales des noms des observateurs, à savoir : C = Cruls, M = Miranda, Mz = Morize, D = Duarte.

» J'ai dit plus haut que la diminution d'éclat avait rendu impossibles les observations à partir du 9 août, date à laquelle l'aspect de la comète était celui d'une nébulosité à peine perceptible, au point de rendre les observations trop incertaines. Je dois cependant ajouter que la perte de lumière de l'astre doit être attribuée en partie à l'impureté de l'atmosphère, par suite de l'exisience à Rio, à cette époque de l'année, d'un brouillard sec qui rend presque impossibles certaines observations astronomiques.

» L'année dernière, ce brouillard sec s'est maintenu dans son intensité maximum jusqu'au 10 septembre, date à laquelle nous avons pu, pour la première fois, observer l'étoile temporaire de la nébuleuse d'Andromède. »

ASTRONOMIE. — *Observation de la nébuleuse d'Andromède, à l'observatoire impérial de Rio de Janeiro;* par M. L. Cruls.

« L'étoile temporaire apparue en projection dans la nébuleuse d'Andromède a été observée ici depuis le 10 septembre jusqu'au 18 décembre 1885, c'est-à-dire pendant un intervalle de temps supérieur à trois mois. Sans exposer en détail les résultats de nos observations sur la grandeur de l'étoile, je me limiterai à donner ici les variations de grandeur, avec les dates auxquelles elles ont été constatées.

» L'étoile à laquelle la *nova* a été constamment comparée est une étoile de 11e grandeur, qui la précède d'environ 9^s, et qui est située à peu près sur le même parallèle qu'elle.

	Grandeur.		Grandeur.
10 septembre	$7\frac{1}{2}$	10 novembre.....	$10\frac{1}{4}$
22 octobre.............	8	23 novembre.....	$10\frac{1}{2}$
3 novembre...........	9	24 novembre.....	= ☆ de comp. (11^e
4 novembre...........	$9\frac{1}{2}$	27 novembre.....	< ☆ de comp.
6 novembre...........	10	18 décembre.....	13

» A la date du 18 décembre, l'étoile temporaire était donc à la limite de visibilité pour l'équatorial de 9 pouces dont nous nous sommes servis.

» Si l'on compare ces grandeurs avec celles qui ont été estimées en Europe aux mêmes dates, on constate que les nôtres sont un peu supérieures, ce qui s'explique si l'on considère que, pour Rio, le phénomène n'était visible qu'à 26° au-dessus de l'horizon. Or, si, d'un côté, il y a une plus forte absorption de lumière à cette faible hauteur, et par suite une diminution de grandeur, d'un autre côté, l'étoile, dans ces conditions, est toujours *étalée* et forme ce que l'on a appelé un *paquet de lumière*. Il résulte de là que, en général, les estimations de grandeurs d'étoiles à faible hauteur au-dessus de l'horizon pêchent par excès, comparées à celles qui sont faites près du zénith.

» L'angle de position entre la *nova* et le noyau central de la nébuleuse a été mesuré à deux reprises, ainsi que la distance angulaire; voici les résultats obtenus :

	Angle de position.	Distance estimée.
17 septembre	80°,9	15″,0
28 octobre	79°,1	12″,1

ASTRONOMIE. — *Observation des météores du 27 novembre, à l'observatoire impérial de Rio de Janeiro;* par M. L. CRULS.

« 21 janvier 1886.

» Eu égard à la durée de révolution de la comète de Biéla, les conditions de visibilité des météores qui sont en connexion avec cette comète étaient extrêmement favorables en novembre dernier, et il était à présumer que le phénomène prendrait les proportions qu'il avait montrées en 1872; il devenait donc intéressant d'organiser un système d'observations suivies et méthodiques, dans le but d'estimer le plus exactement possible le nombre des météores. C'est ce qui a été fait, à partir du 26 novembre, par six observateurs, qui exploraient chacun une zone de 60°; dans ces conditions, j'estime cependant à 20 pour 100 le nombre des météores passés inaperçus, en raison de leur extrême faiblesse et du très petit arc parcouru dans l'atmosphère. Dans le Tableau ci-dessous, je donne, pour chaque soirée d'observations, le nombre des météores observés par heure :

Dates.	7h-8h.	8h-9h.	9h-10h.	10h-11h.	Totaux des météores.
26	112	188	160	68	528
27	503	360	206	76	1145
28	50	50	19	»	119
29	4	»	Ciel couvert.	»	»
		Total			1792

» Le maximum a été noté dans la soirée du 27, entre $7^h 50^m$ et $7^h 55^m$, intervalle de cinq minutes pendant lequel on a compté 73 météores. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Résultats fournis par l'observation des protubérances solaires, pendant l'année* 1885. Lettre de M. **P. Tacchini** à M. le Président.

« Rome, 12 février 1886.

» Pendant l'année 1885, nous avons observé un nombre assez grand de protubérances solaires d'une hauteur considérable, c'est-à-dire atteignant au moins 100″, et assez étendues sur le bord du Soleil.

» Je puis dire que nous avons obtenu quarante observations, effectuées en trente-cinq jours répartis sur dix mois différents de l'année; nous n'avons pas trouvé un seul cas de deux grandes protubérances placées à 180° de distance, sur le bord, dans la même journée. En tenant compte des petites protubérances, sur 109 grandes protubérances, 16 seulement se trouvent accouplées avec de petites protubérances aux extrémités du même diamètre du disque solaire.

» Quant à la fréquence des grandes protubérances sur les deux hémisphères solaires, en calculant les latitudes héliographiques, j'ai trouvé la répartition suivante :

Latitude.	Fréquence.	Latitude.	Fréquence.
90° + 70°	0,000	0° — 40°	0,452
70 + 40	0,074	40 — 70	0,011
40 00	0,463	70 — 90	0,000

» Les grandes protubérances se trouvent donc presque toutes entre 0° et ± 40°; elles manquent dans les calottes polaires. J'ai fait encore la comparaison entre le nombre des protubérances de hauteurs différentes : voici le Tableau qui représente la fréquence, comparée au nombre total des protubérances observées :

Hauteur.	Fréquence. 1884.	1885.
Entre 30″ et 60″	0,77782	0,77328
» 30 et 60	0,12343	0,10211
» 60 et 120	0,09545	0,11651
» 120 et 180	0,00295	0,00720
» 180 et 240	0,00037	0,00045
» 240 et 300	0,00000	0,00050
» 300 et 360	0,00000	0,00045

» Par rapport aux grandes protubérances, l'activité solaire aurait donc été plus grande en 1885 qu'en 1884.

» En discutant les différentes observations de 1885, je suis conduit aux conclusions suivantes :

» 1° Les grandes protubérances ne se sont pas présentées le même jour aux extrémités du même diamètre du disque.

» 2° Cette correspondance ne se présente qu'en proportion assez petite, lorsqu'on tient également compte des petites protubérances, en sorte que les coïncidences doivent être considérées comme purement accidentelles, et dérivant de la fréquence des protubérances dans des zones symétriques par rapport à l'équateur solaire.

» 3° Les grandes protubérances ne se présentent pas dans le voisinage des pôles, mais presque toujours entre l'équateur et $\pm 40°$.

» 4° Les grandes protubérances correspondent presque toujours à des régions solaires sans taches et sans facules.

» 5° Les grandes protubérances peuvent durer très peu ou beaucoup : dans le premier cas, elles sont fileuses; dans le second, elles présentent presque toujours le caractère de protubérances attachées à la chromosphère.

» 6° Les protubérances de hauteurs comprises entre 2′ et 3′ ont été peu fréquentes, et très rares entre 3′ et 6′.

» 7° En ayant égard aux grandes protubérances, l'activité solaire doit être considérée comme ayant été plus grande en 1885 qu'en 1884. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Études phosphorographiques pour la reproduction photographique du ciel.* Note de M. **Ch.-V. Zenger.**

« Les merveilleuses photographies du ciel, obtenues récemment par MM. Henry, me déterminent à communiquer à l'Académie un procédé encore trop récent pour être parfait, mais qui me paraît pouvoir faciliter la construction des cartes célestes.

» J'ai déjà fait une application des beaux travaux de MM. Becquerel père et fils, sur l'absorption sélective des corps colorés, en faisant usage de plaques d'émulsions colorées à la chlorophylle, pour obtenir des images de la couronne solaire et des protubérances, directement et sans l'emploi d'un spectroscope. Mais j'ai pensé à appliquer la phosphorescence des sulfures des terres alcalines, au lieu de la fluorescence, dans la Photographie, pour

réduire le temps de pose au minimum et pour reproduire même des images invisibles en raison de leur faible intensité ou en raison de la couleur de l'objet céleste, de manière à photographier le *visible* et l'*invisible*.

» Il est aujourd'hui démontré, par les expériences de MM. Henry, qu'on peut fixer, sur les plaques sensibles, par une pose suffisamment prolongée, les images célestes, visibles ou invisibles à l'œil. En me servant des données fournies par les expériences de MM. Becquerel sur la durée de la phosphorescence de corps divers, je me suis arrêté au phosphore bien connu de Balmain, pour effectuer, l'an dernier, les premières expériences destinées à obtenir indirectement, et avec une pose très courte, les images de corps célestes.

» Ce qui rend le procédé de MM. Henry accessible à un petit nombre de personnes, c'est l'emploi de deux grands objectifs très coûteux et montés en équatorial; la nécessité d'un temps de pose de une heure à trois heures n'est peut-être due qu'à l'imperfection de l'horlogerie, qui exige que l'on corrige la vitesse, pour ainsi dire, à la main. J'ai trouvé le moyen de reproduire, avec un objectif ne dépassant pas $0^m,12$ à $0^m,24$ d'ouverture et $0^m,84$ à $1^m,68$ de distance focale, tout objet visible ou invisible à l'œil ou aux télescopes les plus puissants, par une méthode indirecte, fondée sur la phosphorescence des sulfures alcalino-terreux.

» Je place une plaque photographique, bien nettoyée sur un support exactement horizontal : je la recouvre d'une couche de phosphore Balmain liquide, et je la place sous une cloche en verre jusqu'à la dessiccation complète. On obtient ainsi une couche réfléchissant la lumière comme la plaque de verre qui lui sert de support; on détache quelques millimètres du bord de la plaque au diamant, parce que les bords sont un peu convexes après le dessèchement de la couche phosphorescente. Je mets la plaque à l'abri de la poussière dans une boîte de fer-blanc, noircie à l'intérieur et munie d'un couvercle de verre rubis, pour la tenir à l'abri des radiations actiniques. La pose se fait comme pour une plaque d'émulsion au bromure d'argent, mais elle peut être réduite à un petit nombre de secondes, pour les étoiles de la troisième à la neuvième grandeur; elle ne dépasse pas trente secondes à une minute, pour les plus petites étoiles, jusqu'à celles qui sont invisibles aux télescopes les plus puissants. L'impression, invisible à l'œil, se transporte aisément sur papier ou sur une plaque de sensibilité moyenne au gélatinobromure d'argent, dans les châssis ordinaires des photographes. Ce transport doit être effectué immédiatement après la pose dans la chambre noire, et à l'abri de la poussière : c'est par

une exposition prolongée pendant des heures et même des jours entiers, qu'on parvient à reproduire, après une première pose si courte, tout objet visible ou invisible aux télescopes.

» En renversant ainsi le procédé photographique, et prolongeant le temps de reproduction, au lieu du temps de pose, on peut se dispenser de l'emploi d'instruments dispendieux. La réduction du temps de pose au minimum offrirait surtout l'avantage de fournir des Cartes, obtenues en un petit nombre de jours, au lieu de plusieurs années, et de fixer les moments de définition supérieure pour la construction des Cartes célestes.

» D'ailleurs, avec une pose extrême de trente secondes à une minute, on pourrait obtenir des images des étoiles assez allongées pour déterminer, sous le microscope, la direction du mouvement diurne, et pour orienter ainsi, sans mouvement d'horlogerie, les plaques photographiques ; avec deux poses, on pourrait encore mieux distinguer les images stellaires de taches accidentelles, sur la plaque phosphorescente qui sert au transport sur la plaque photographique.

» Telles sont les considérations qui me déterminent à demander que cette méthode indirecte soit mise à l'épreuve, avant d'arrêter le type des instruments photographiques qui pourraient être mis, pour ainsi dire, en service journalier. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le calcul des périodes des intégrales doubles.* Note de M. E. Picard, présentée par M. Hermite.

« J'ai indiqué dans une Note précédente ce que l'on pouvait entendre par périodes de l'intégrale double

$$\iint \frac{Q(x, y, z)\,dx\,dy}{f'_z},$$

z étant la fonction algébrique de x et y définie par l'équation d'ordre m

$$f(x, y, z) = 0.$$

» Je ne considère d'ailleurs que les intégrales doubles de première espèce, c'est-à-dire que le polynôme $Q(x, y, z)$, qui figure dans l'intégrale, est d'ordre $m-4$, et la surface $Q = 0$ passe par les courbes doubles de la surface f.

» Je me propose de montrer comment on pourra procéder pour faire le

calcul effectif de ces périodes. De la définition donnée pour les périodes résulte bien aisément le mode de calcul suivant : laissant d'abord x constant, prenons l'intégrale

$$(1) \qquad \int \frac{Q(x, y, z)\, dy}{f'_z}$$

le long d'un cycle relatif à la relation algébrique entre y et z,

$$f(x, y, z) = 0.$$

L'intégrale précédente sera une fonction de x, que nous désignerons par $P(x)$; on prendra alors, dans le plan de la variable x, l'intégrale

$$\int P(x)\, dx$$

le long d'un contour fermé qui soit un *cycle* pour la période représentée par la fonction multiforme $P(x)$; *l'intégrale ainsi obtenue est une période de l'intégrale double.*

» La fonction $P(x)$, qui représente une période de l'intégrale (1), quand x est regardé comme un paramètre arbitraire, satisfait à une équation différentielle linéaire; c'est ce qu'a montré M. Fuchs dans ses belles études sur les modules de périodicité des intégrales abéliennes, considérés comme fonctions d'un paramètre (*Journal de Crelle*, t. 71). Les points singuliers de cette équation différentielle correspondent aux valeurs de x pour lesquelles l'équation en y

$$\varphi(x, y) = 0$$

a deux ou plusieurs racines égales, en désignant par φ le résultat de l'élimination de z entre les deux équations

$$f(x, y, z) = 0, \qquad f'_z(x, y, z) = 0.$$

» On voit donc comment les périodes des intégrales doubles peuvent être ramenées à des intégrales simples, et quel secours apportera, dans le développement de l'étude de ces périodes, la théorie si perfectionnée aujourd'hui des équations différentielles linéaires.

» Nous allons examiner maintenant un cas particulier bien simple; on suppose que les coordonnées x, y, z d'un point quelconque de la surface s'expriment par des fonctions uniformes quadruplement périodiques de

deux paramètres u et v, et désignons par

$$\begin{Bmatrix} \omega_1 & \omega_2 & \omega_3 & \omega_4 \\ \omega'_1 & \omega'_2 & \omega'_3 & \omega'_4 \end{Bmatrix}$$

les quatre couples de périodes correspondantes. Il n'y a dans ce cas, comme je l'ai montré autrefois, qu'une seule intégrale de première espèce, et l'on peut écrire

$$\int\int \frac{Q(x, y, z)\,dx\,dy}{f'_z} = \int\int du\,dv;$$

posons

$$u = \omega_1 U + \omega_2 V, \qquad v = \omega'_1 U + \omega'_2 V,$$

l'intégrale deviendra

$$(\omega_1\omega'_2 - \omega_2\omega'_1)\int\int dU\,dV;$$

or nous aurons une période en étendant l'intégrale précédente à un continuum *fermé* à deux dimensions contenu dans le prismatoïde des périodes; or nous obtiendrons un tel continuum en faisant varier U et V de zéro à l'unité; car, pour U et V, le tableau des deux premières périodes est

$$\begin{Bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{Bmatrix}.$$

On en conclut que les expressions

$$\omega_i\omega'_k - \omega_k\omega_i \qquad (i, k = 1, 2, 3, 4)$$

sont les périodes de l'intégrale double de première espèce attachée à la surface considérée. Les six expressions précédentes se réduisent d'ailleurs à cinq, car il est bien connu qu'elles sont liées par une relation linéaire et homogène à coefficients entiers. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Détermination du reste, dans la formule de quadrature de Gauss*. Note de M. **P. Mansion**, présentée par M. Jordan.

« En partant de la formule d'interpolation de Newton, on peut établir, d'une manière simple, la formule de Gauss pour la détermination approchée des intégrales définies et trouver, en même temps, la valeur de l'er-

reur commise. On arrive à ce résultat en s'appuyant sur une propriété des fonctions interpolaires que nous allons d'abord faire connaître.

» 1. Les fonctions interpolaires successives de $f(x)$, pour les valeurs $x_1, x_2, x_3, \ldots$ de la variable sont définies par les relations suivantes :

$$f(x_1, x_2) = \frac{f(x_1) - f(x_2)}{x_1 - x_2}, \quad f(x_1, x_3) = \frac{f(x_1) - f(x_3)}{x_1 - x_3}, \quad f(x_1, x_4) = \frac{f(x_1) - f(x_4)}{x_1 - x_4}, \quad \ldots;$$

$$f(x_1, x_2, x_3) = \frac{f(x_1, x_2) - f(x_1, x_3)}{x_2 - x_3}, \quad f(x_1, x_2, x_4) = \frac{f(x_1, x_2) - f(x_1, x_4)}{x_2 - x_4}, \quad \ldots;$$

$$f(x_1, x_2, x_3, x_4) = \frac{f(x_1, x_2, x_3) - f(x_1, x_2, x_4)}{x_3 - x_4}, \quad \ldots.$$

» M. Peano (*Atti* de Turin, 1882-1883, p. 573-574) a observé que, si fz est synectique dans le contour d'intégration à l'intérieur duquel on suppose $x_1, x_2, x_3, \ldots$; on a

$$f(x_1, x_2) = \frac{1}{2\pi i}\int \frac{fz\,dz}{(z - x_1)(z - x_2)},$$

$$f(x_1, x_2, x_3) = \frac{1}{2\pi i}\int \frac{f(z)\,dz}{(z - x_1)(z - x_2)\ldots(z - x_3)},$$

et, en général,

$$f(x, x_1, x_2, \ldots, x_n) = \frac{1}{2\pi i}\int \frac{f(z)\,dz}{(z - x)(z - x_1)\ldots(z - x_n)}.$$

» On déduit de cette dernière formule

$$\frac{d^n}{dx^n} f(x, x_1, \ldots, x_n) = \frac{1.2\ldots n}{2\pi i}\int \frac{fz\,dz}{(z - x)^{n+1}(z - x_1)\ldots(z - x_n)}.$$

» L'expression du second membre diffère aussi peu qu'on le veut de

$$\frac{1.2.3\ldots n}{2\pi i}\int \frac{fz\,dz}{(z - x)(z - y_1)\ldots(z - y_n)(z - x_1)\ldots(z - x_n)},$$

$y_1, y_2, \ldots, y_n$ étant des quantités suffisamment voisines de x. Or, la dernière intégrale divisée par $2\pi i$ est la fonction interpolaire

$$f(x, y_1, y_2, \ldots, y_n; x_1, x_2, \ldots, x_n).$$

» Supposons que la fonction fx soit une fonction réelle, continue ainsi que ses $2n$ premières dérivées pour les valeurs $x, y_1, y_2, \ldots, y_n, x_1, x_2, \ldots, x_n$ (supposées réelles aussi) et pour les valeurs intermédiaires. Alors, d'après un théorème de Cauchy (*Œuvres*, t. V, p. 418-422),

$$f(x, y_1, y_2, \ldots, y_n; x_1, x_2, \ldots, x_n) = \frac{f^{2n}(\xi_1)}{1.2.3\ldots 2n},$$

ξ_1 étant une valeur intermédiaire entre la plus grande et la plus petite des valeurs $x_1, y_1, y_2, \ldots, y_n$; $x_1, x_2, \ldots, x_n$. On a donc enfin

$$\frac{d^n}{dx^n} f(x, x_1, x_2, \ldots, x_n) = \frac{f^{2n}(\xi)}{(n+1)(n+2)\ldots 2n},$$

ξ_1 différant de ξ aussi peu qu'on le veut.

» Cette formule fondamentale, sur laquelle est basé ce qui suit, peut aussi s'établir sans recourir à la théorie des fonctions d'une variable imaginaire, en s'appuyant uniquement sur les premiers principes du Calcul différentiel.

» II. Cela posé, la formule d'interpolation de Newton peut s'écrire

$$f(x) = G(x) + (x - x_1)(x - x_2)\ldots(x - x_n) f(x, x_1, x_2, \ldots, x_n),$$

$G(x)$ étant le polynôme entier, de degré $n - 1$,

$$\begin{aligned} &f x_1 + (x - x_1) f(x_1, x_2) + \ldots \\ &\quad + (x - x_1)(x - x_2)\ldots(x - x_{n-1}) f(x_1, x_2, \ldots, x_n), \end{aligned}$$

tel que

$$G(x_1) = f(x_1), \qquad G(x_2) = f(x_2), \qquad \ldots, \qquad G(x_n) = f(x_n).$$

» On aura évidemment

$$\int_{-1}^{+1} [f(x) - G(x)]\, dx = \int_{-1}^{+1} (x - x_1)\ldots(x - x_n) f(x, x_1, \ldots, x_n)\, dx.$$

» Supposons maintenant que $x_1, x_2, x_3, \ldots, x_n$ soient les n racines réelles et distinctes de l'équation $D_x^n (x^2 - 1)^n = 0$. On aura alors

$$\begin{aligned} &\int_{-1}^{+1} [f(x) - G(x)]\, dx \\ &\quad = \frac{1}{(n+1)(n+2)\ldots 2n} \int_{-1}^{+1} \frac{d^n (x^2 - 1)^n}{dx^n} f(x, x_1, \ldots, x_n)\, dx; \end{aligned}$$

puis, en intégrant n fois par parties,

$$\begin{aligned} &\int_{-1}^{+1} [f(x) - G(x)]\, dx \\ &\quad = \frac{1}{(n+1)(n+2)\ldots 2n} \int_{-1}^{+1} (1 - x^2)^n \frac{d^n f(x, x_1, \ldots, x_n)}{dx^n}\, dx \end{aligned}$$

ou encore, d'après la formule établie plus haut,

$$\int_{-1}^{+1} [f(x) - G(x)]\, dx = \left[\frac{1}{(n+1)(n+2)\ldots 2n}\right]^2 \int_{-1}^{+1} (1 - x^2)^n f^{2n}(\xi)\, dx.$$

» L'intégrale du second membre est égale à

$$f^{2n}(X)\int_{-1}^{+1}(1-x^2)^n\,dx = \frac{2}{2n+1}\,\frac{2.4.6\ldots 2n}{1.3.5\ldots 2n-1}\,f^{2n}(X),$$

$f^{2n}(X)$ étant une valeur de $f^{2n}(x)$ intermédiaire entre la plus grande et la plus petite valeur que prend cette fonction, quand x varie de -1 à $+1$, Donc enfin, après quelques transformations,

$$\int_{-1}^{+1}[f(x)-G(x)]\,dx = \frac{2}{2n+1}\left(\frac{1.2.3\ldots n}{1.3.5\ldots 2n-1}\right)^2\frac{f^{2n}X}{1.2.3\ldots 2n},$$

ce qui est la formule de Gauss, *avec une expression du reste, sous une forme pratique*.

» L'analyse précédente permet évidemment d'en trouver d'autres. Elle s'étend d'ailleurs à des questions plus générales que celle qui est traitée ici, comme nous espérons le montrer ultérieurement. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une interprétation géométrique de l'équation différentielle* $L\left(x\frac{dy}{dx}-y\right)-M\frac{dy}{dx}+N=0$, *dans laquelle* L, M *et* N *désignent des fonctions homogènes, algébriques, entières, et d'un même degré, de* x *et* y. Note de M. G. **Fouret**.

« I. Dans un Mémoire publié en 1879 (¹), sur le faisceau de courbes planes défini par l'équation différentielle

$$L\left(x\frac{dy}{dx}-y\right)-M\frac{dy}{dx}+N=0, \tag{1}$$

dans laquelle L, M et N désignent des fonctions homogènes, algébriques, entières et d'un même degré ν, de x et y, j'ai établi, entre autres résultats, les suivants qui servent de base à la présente Note :

» 1° *Il existe, outre l'origine* O *qui compte au degré de multiplicité* ν^2, $\nu+1$ *points* $A_0, A_1, A_2, \ldots, A_\nu$, *qu'on peut appeler* POINTS PRINCIPAUX *du faisceau, et pour lesquels* $\frac{dy}{dx}$ *est indéterminé*.

» 2° *Les tangentes aux courbes du faisceau, aux divers points d'une droite quelconque* OH *passant par* O, *concourent en un même point* I, *dont la position dépend uniquement de la direction de la droite.*

(¹) *Bulletin de la Société mathématique de France*, t. VII, p. 177.

» Je me propose de faire connaître une construction élégante de ce point I, qui fournit en quelque sorte une traduction géométrique de l'équation différentielle (1). Elle consiste en ce que ce point est le *centre harmonique par rapport à la droite* OH *des points principaux simples* $A_0, A_1, \ldots, A_\nu$, *affectés de coefficients convenablement déterminés.*

» II. L'équation (1), au moyen de la transformation

$$x = \frac{\cos\theta}{u}, \qquad y = \frac{\sin\theta}{u},$$

devient l'équation différentielle linéaire

$$(2) \qquad (Q\sin\theta - R\cos\theta)\frac{du}{d\theta} - (Q\cos\theta + R\sin\theta)u + P = 0,$$

dans laquelle P, Q, R désignent respectivement ce que deviennent L, M et N, lorsqu'on y remplace x par $\cos\theta$, y par $\sin\theta$.

» Les coordonnées θ, u des points principaux, et les coefficients m, qui y sont attachés, sont déterminés par les équations

$$Q\sin\theta - R\cos\theta = 0, \qquad u = \frac{P\cos\theta}{Q} = \frac{P\sin\theta}{R}, \qquad \frac{1}{m} = 1 + \frac{\frac{\partial Q}{\partial\theta}\sin\theta - \frac{\partial R}{\partial\theta}\cos\theta}{Q\cos\theta + R\sin\theta}.$$

» En désignant d'une manière générale par θ_i, u_i, m_i les coordonnées et le coefficient d'un quelconque A_i des points principaux que nous supposons distincts, on obtient, au moyen de décompositions en éléments simples :

$$\frac{Q\cos\theta + R\sin\theta}{Q\sin\theta - R\cos\theta} = \sum_{i=0}^{i=\nu} m_i \cot(\theta - \theta_i), \qquad \frac{P}{Q\sin\theta - R\cos\theta} = \sum_{i=0}^{i=\nu} \frac{m_i u_i}{\sin(\theta - \theta_i)},$$

avec la condition

$$\sum_{i=0}^{i=\nu} m_i = 1.$$

L'équation (2) devient alors

$$(3) \qquad \frac{du}{d\theta} - u\sum_{i=0}^{i=\nu} m_i \cot(\theta - \theta_i) + \sum_{i=0}^{i=\nu} \frac{m_i u_i}{\sin(\theta - \theta_i)} = 0.$$

» Sous cette forme, on peut l'interpréter géométriquement, en remarquant que $\frac{du}{d\theta}$ est la sous-tangente polaire OT relative à un point quelconque M d'une courbe du faisceau. On trouve, en effet,

$$\cot\widehat{OMT} = \sum_{i=0}^{i=\nu} m_i \cot\widehat{OMA_i}.$$

Cette relation exprime que *la tangente* MT *est l'axe harmonique, par rapport à* MO, *des droites* $MA_0, MA_1, \ldots, MA_\nu$, *affectées respectivement des coefficients* $m_0, m_1, \ldots, m_\nu$.

» Par suite, en vertu d'un théorème dû à Poncelet ([1]), *les tangentes aux courbes du faisceau, aux divers points d'une même droite passant par* O, *concourent au centre harmonique* I, *par rapport à cette droite, des points principaux simples affectés de leurs coefficients respectifs.*

» Lorsque la transversale OM pivote autour du point O, le point I engendre une courbe unicursale de degré ν, passant par les points principaux simples. On retrouve ainsi le mode de génération des courbes unicursales, que j'ai fait connaître dernièrement ([2]). La courbe lieu des points I est l'*enveloppe des tangentes d'inflexion des courbes du faisceau.*

» III. L'intégrale de l'équation (3) peut s'écrire

$$(4) \quad u\prod_{i=0}^{i=\nu}\left[\frac{\sin\theta_i}{\sin(\theta-\theta_i)}\right]^{m_i}+\int_{\pi}^{\theta}\prod_{i=0}^{i=\nu}\left[\frac{\sin\theta_i}{\sin(\theta-\theta_i)}\right]^{m_i}\sum_{i=0}^{i=\nu}\frac{m_i u_i}{\sin(\theta-\theta_i)}\,d\theta=\mathrm{C},$$

C désignant une constante arbitraire. L'une des deux quadratures, dont dépend généralement l'intégration d'une équation différentielle linéaire, se trouve ainsi effectuée. Quant à l'autre, elle se décompose en $\nu+1$ plus simples, dont chacune, à un facteur constant près, est de la forme

$$(5) \qquad \int_{\pi}^{\theta}\prod_{i=0}^{i=\nu}\left[\frac{1}{\sin(\theta-\theta_i)}\right]^{n_i}d\theta,$$

les exposants n_i étant égaux aux nombres m_i, sauf l'un d'eux qui est égal au nombre m_i correspondant augmenté d'une unité. On conclut de là l'existence de deux cas assez remarquables, dans lesquels l'intégration de l'équation (1) ne dépendra que des fonctions algébriques et circulaires. L'un de ces cas est celui où les coefficients m_i, attachés aux points principaux, sont des nombres entiers. En effet, les fonctions sur lesquelles portent les intégrales partielles (5) se ramènent alors à des fractions rationnelles.

» Le second cas est celui où les points principaux simples sont sur une même droite Δ. Les courbes intégrales sont deux à deux homologiques par

---

([1]) Poncelet, *Traité des propriétés projectives*, t. II, p. 31.

([2]) *Comptes rendus*, t. CI, p. 1241.

rapport à l'origine, centre d'homologie, et à la droite Δ, axe d'homologie. L'équation (1) est alors de la forme

$$(6) \qquad (aM + bN)\left(x\frac{dy}{dx} - y\right) - M\frac{dy}{dx} + N = 0,$$

M et N désignant deux fonctions homogènes algébriques entières d'un même degré ν de x et y, a et b deux coefficients quelconques. L'axe d'homologie a pour équation

$$ax + by = 1.$$

» Le facteur, qui rend le premier membre de l'équation (6) différentielle exacte ([1]), a pour expression $\frac{(ax+by-1)^{\nu+1}}{My - Nx}$.

» Il est facile de former des exemples de problèmes conduisant aux cas d'intégration qui viennent d'être indiqués. »

MÉCANIQUE. — *Sur le coefficient de contraction des solides élastiques.* Note de M. **Gros**, présentée par M. Maurice Lévy.

« La valeur numérique de la contraction linéaire que subit un prisme élastique tendu suivant son axe, déterminée théoriquement par Poisson tout d'abord, expérimentalement ensuite par Cagniard de Latour et Vertheim, est loin d'être encore établie avec une complète certitude; les résultats des expériences de Cagniard de Latour confirmèrent ceux de l'analyse de Poisson, tandis que ceux de Vertheim infirmèrent ces derniers. On arrive très simplement, ainsi qu'on peut le voir dans la *Théorie de l'élasticité des solides* de Clebsch, à une limite supérieure égale à $\frac{1}{2}$ pour le coefficient de contraction transversale des corps isotropes, en admettant que l'extension de pareils prismes soit toujours accompagnée d'une augmentation de volume.

» On peut établir, sans plus de difficulté, la même limite $\frac{1}{2}$, en partant d'un fait beaucoup plus facile à admettre, croyons-nous, que celui invoqué par Clebsch, savoir : que toutes les arêtes d'un parallélépipède rectangle isotrope diminueront forcément de longueur sous l'action de pressions normales uniformes et égales, appliquées aux faces opposées de ce solide.

([1]) Ce facteur permet encore d'intégrer l'équation (6), lorsque M et N sont des fonctions homogènes quelconques, d'un même degré d'homogénéité.

» Si l'on admet que ce fait soit encore vrai pour les solides hétérotropes, on arrive encore à la même limite $\frac{1}{2}$.

» Enfin, si, généralisant encore davantage, on étend cette proposition aux solides soit isotropes soit hétérotropes, dans lesquels le coefficient de contraction serait non plus constant, mais variable en chaque point, suivant une loi quelconque, le même procédé que celui employé pour les deux cas ci-dessus permet d'établir une inégalité que doivent constamment vérifier, pour tout point de ces solides, les coefficients de contraction en ce point relatifs à trois directions perpendiculaires entre elles; inégalité qui comprend la limite $\frac{1}{2}$ ci-dessus, comme cas particulier.

» Soit d'abord le cas des solides isotropes, le coefficient de contraction étant supposé constant en tout point et dans toutes les directions. Considérons un parallélépipède rectangle, dont les arêtes soient parallèles à trois axes coordonnés rectangulaires, et cherchons quelles sont les pressions normales uniformes $-F_x$, $-F_y$, $-F_z$ à appliquer sur les six faces de ce parallélépipède parallèlement aux axes, pour que les arêtes parallèles aux mêmes axes subissent des contractions proportionnelles, données respectivement égales à $-a_x$, $-a_y$, $-a_z$.

» Soit E le coefficient d'élasticité constant. Les forces sont prises positivement ou négativement, suivant que ce sont des tensions ou des compressions; de même, pour les variations de longueur, suivant que ce sont des allongements ou des raccourcissements. On aura les trois équations :

$$(1)\qquad \left\{\begin{aligned} \frac{-F_x}{E}+\frac{\eta F_y}{E}+\frac{\eta F_z}{E}&=-a_x,\\ \frac{-F_y}{E}+\frac{\eta F_x}{E}+\frac{\eta F_z}{E}&=-a_y,\\ \frac{-F_z}{E}+\frac{\eta F_x}{E}+\frac{\eta F_y}{E}&=-a_z,\end{aligned}\right.$$

desquelles on déduit

$$F_x = E\,\frac{a_x - a_x\eta^2 + a_y n + a_y\eta^2 + a_z\eta + a_z\eta^2}{1-3\eta^2+2\eta^3},$$

$$F_y = E\,\frac{a_y - a_y\eta^2 + a_x\eta + a_x\eta^2 + a_z\eta + a_z\eta^2}{1-3\eta^2+2\eta^3},$$

$$F_z = E\,\frac{a_z - a_z\eta^2 + a_x\eta + a_x\eta^2 + a_y\eta + a_y\eta^2}{1-3\eta^2+2\eta^3}.$$

» Or ces valeurs de F_x, F_y, F_z doivent être positives; donc il faut que leurs numérateurs soient de même signe que le dénominateur commun, et réci-

proquement; mais ces numérateurs ne sauraient être négatifs, donc il en est de même du dénominateur commun. Or

$$1 - 3\eta^2 + 2\eta^3 = (1 + \eta)^2(1 - 2\eta);$$

donc il faut que $1 - 2\eta > 0$, c'est-à-dire

$$\eta < \tfrac{1}{2}.$$

» Soit maintenant un solide hétérotrope et soient E_x, E_y, E_z les coefficients d'élasticité en un point quelconque de ce solide, parallèlement aux axes coordonnés. Faisons passer par ce point un parallélépipède rectangle de côtés infiniment petits, et résolvons pour ce parallélépipède la même question que ci-dessus. On aura trois équations obtenues en remplaçant dans (1) $\frac{F_x}{E}, \frac{F_y}{E}, \frac{F_z}{E}$ respectivement par $\frac{F_x}{E_x}, \frac{F_y}{E_y}, \frac{F_z}{E_z}$.

» On en déduit

$$F_x = E_x \frac{a_x - a_x\eta^2 + a_y\eta + a_y\eta^2 + a_z\eta + a_z\eta^2}{1 - 3\eta^2 + 2\eta^3}$$

et des expressions analogues pour F_y et F_z. Et l'on verrait facilement que les numérateurs ne sauraient être négatifs; d'où l'on conclut comme ci-dessus :

$$\eta < \tfrac{1}{2}.$$

» Or les forces F_x, F_y, F_z devant avoir des valeurs finies, on voit que η ne saurait jamais atteindre la limite $\frac{1}{2}$.

» Soit enfin le cas plus général d'un solide où non seulement les coefficients d'élasticité auraient des valeurs différentes parallèlement aux axes, mais où le coefficient de contraction serait lui-même variable dans les différentes directions autour d'un même point. Adoptons la notation de Clebsch pour désigner ces différentes valeurs; ainsi, en considérant encore le parallélépipède infiniment petit du cas précédent, dont les côtés sont censés parallèles aux axes, on désignera par η_{xy} et η_{xz} les coefficients de contraction des côtés respectivement parallèles aux axes des y et des z et relatifs à une tension parallèle à l'axe des x, et il y aura de même quatre autres coefficients :

$$\eta_{yx}, \quad \eta_{yz} \quad \text{et} \quad \eta_{zx}, \quad \eta_{zy},$$

relatifs aux tensions parallèles aux axes des y et des z. Résolvant toujours la même question que dans les cas ci-dessus, relativement à ce parallélé-

pipède, on trouve la condition remarquable à laquelle sont assujettis les six coefficients η pour tout point du solide considéré :

$$\eta_{xz}\eta_{zx} + \eta_{xy}\eta_{yx} + \eta_{yz}\eta_{zy} + \eta_{xy}\eta_{yz}\eta_{zx} + \eta_{xz}\eta_{yx}\eta_{zy} < 1. \text{ »}$$

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Analyse de l'air pris au cap Horn.* Note de MM. **A. Müntz** et **E. Aubin.**

« A l'occasion des expéditions qui ont été effectuées par la Mission du cap Horn, et par celles qui avaient été chargées d'observer le passage de Vénus sur le Soleil, nous avons pensé qu'il était intéressant de continuer la série de recherches commencées par Regnault, dans le but de déterminer avec une précision plus grande qu'on ne l'avait fait jusqu'alors les proportions d'oxygène et d'azote qui forment la grande masse de l'atmosphère. Regnault envoya dans divers pays des tubes qu'on remplissait de l'air de la localité, qu'on scellait à la lampe aussitôt et qu'on renvoyait à Paris où l'analyse en était faite, sans qu'aucune cause pût modifier pendant la durée du trajet ou même pendant une conservation prolongée la composition de l'air renfermé dans ces tubes. Il opérait les analyses par la méthode eudiométrique au moyen d'un appareil qu'il avait imaginé de concert avec M. Reiset, et qui était susceptible d'une précision très grande. Nous avons cru ne pas pouvoir mieux faire que de suivre la méthode de Regnault; nos tubes étaient pareils aux siens, nous n'avons modifié que quelques détails d'emballage. Pour l'analyse, nous avons employé l'eudiomètre de Regnault et Reiset, mais avec les modifications qu'y a apportées M. Schlœsing et qui rendent cet appareil d'un maniement plus facile, sans rien ôter à la précision du procédé. Toutes les précautions ont d'ailleurs été prises pour que nos résultats soient comparables à ceux de Regnault.

» Nos tubes n'ont été scellés qu'après qu'on y avait fait passer un volume considérable de l'air du lieu.

» Nos résultats sont rapportés à 100^{vol} d'air. Nous n'avons calculé que deux décimales, parce que des essais préliminaires nous ont montré que nous ne pouvions pas dépasser cette limite de précision. Nous donnons ici les résultats qui se rapportent à l'air du cap Horn, que M. le Dr Hyades a bien voulu se charger de recueillir, en même temps qu'il effectuait les prises nécessaires à la détermination de l'acide carbonique.

» Toutes les prises ont été faites à la baie Orange, à l'altitude de 29^{m}, à 4^{m} au-dessus du niveau du sol, et à une distance de 35^{m} du premier logement habité, qui se trouvait en contre-bas de 15^{m}.

Nos. des tubes.	Dates et heures. 1883.	État du ciel.	Vents.	Température de l'air.	État hygrométrique.	Hauteur barométrique.	Observations.	Oxygène pour 100 en volume.
	h m			o		mm		
1...	10 mai. 12.45 m.	3 cumuli.	N.-W.-I.	+2,2	95	749,8		20,86
2...	11 » 10. 4 m.	10 nimbi.	N.-N.-W. 30^{km}	+1,0	95	739,2	Petite neige.	20,92
3...	12 » 10.13 m.	10 »	Calme.	+0,8	94	740,5		20,93
4...	13 » 10.46 s.	9 »	N.-W. 9^{km}	+1,4	92	735,8		20,89
5...	14 » 11.30 s.	8 »	W.-S.-W. 32^{km}	+3,0	81	740,1	Qq. gouttes de pl.	20,95
6...	15 » 10 s.	9 »	N.-E. 18^{km}	+5,2	77	740,5		20,90
7...	16 » 10 s.	10 »	S.-W. 41^{km}	+3,7	96	734,9	Pluie.	20,72
8...	17 » 10.15 s.	10 »	W.-N.-W. 12^{km}	+4,8	71	744,0		20,97
9...	18 » 10 m.	9 »	N.-W. 62^{km}	+4,8	78	743,1	Grêle.	20,85
10...	19 » 10 m.	8 »	N.-N.-W. 36^{km}	+6,1	64	745,8		20,88
11...	19 » 10.15 m.	10 »	Calme.	+1,2	96	757,0		20,72
12...	22 » 12 m.	6 cirro-cumuli.	S.-W. 5^{km}	+2,3	97	752,2		20,87
13...	24 » 8.45 s.	1 clair.	Calme.	−0,2	96	745,7		20,84
14...	5 juill. 10 s.	7 cumuli.	S.-W. 23^{km}	+0,8	93	757,4		20,83
15...	22 » 12 s.	10 nimbi.	S.-W. 45^{km}	+1,0	97	757,9		20,90
16...	22 » 11.15 s.	8 cumulo-nimbi.	S.-W. 59^{km}	+1,6	95	761,5		20,95
17...	29 » 8.45 m.	4 nimbi à l'E.	W.-S.-W. 40^{km}	+3,0	74	756,6	Petite pluie.	20,89
18...	1 août. 9.30 m.	3 nimbi au S.-W.	W. 28^{km}	+2,3	92	739,0		20,78
19...	2 » 18 m.	5 légers cumuli.	N.-N.-W. 4^{km}	+4,6	75	740,9		20,79
20...	2 » 9.30 s.	5 très légers cumuli.	W.-S.-W. 7^{km}	−0,4	82	743,4		20,83

» La moyenne de ces résultats est de 20,864.

» Des prises faites sur l'air de Paris, dans une cour située rue du Bouloi, dans le quartier du Palais-Royal, ont donné, au moment où nous étions occupés à effectuer ces dosages :

		Oxygène pour 100.
1°	5 juillet 1883, 10^{h} du matin par un beau temps......	20,92
2°	12 » 9^{h},15^{m} » »	20,914

» Ces chiffres sont tous compris, mais avec des écarts plus faibles, entre les limites obtenues par Regnault, qui a trouvé ;

Comme minimum..........................	20,300
Comme maximum..........................	21,015

» La moyenne obtenue par Regnault à Paris a été de 20,960. Mais sa moyenne générale est notablement plus basse que ce dernier chiffre,

puisque, dans plusieurs localités, il a fréquemment trouvé des chiffres inférieurs à ceux de Paris, par exemple :

Rade de Toulon	20,854
Port d'Alger	20,420
Golfe de Bengale	20,453
Sur le Gange	20,387

» La moyenne de l'air pris au cap Horn est inférieure à celle que Regnault a trouvée à Paris et même légèrement inférieure encore à la moyenne qui résulterait de l'ensemble de ses résultats; mais les différences sont en réalité si faibles, qu'il serait téméraire d'affirmer une diminution de l'oxygène dans l'air de l'hémisphère austral. La précision des méthodes a des limites et il ne faut pas leur demander plus qu'elles ne peuvent donner.

» Ainsi considérés, ces dosages montrent que l'air pris au cap Horn contient une proportion d'oxygène sensiblement égale à celle qui a été trouvée dans l'air pris en divers points du globe, et que cet air peut présenter de faibles écarts, comme ceux que Regnault a observés. Nous sommes donc conduits à admettre que les proportions d'azote et d'oxygène qui constituent la masse de l'atmosphère sont susceptibles de varier entre des limites très étroites, comme Regnault l'a démontré dans le cours de ses mémorables recherches. »

CHIMIE. — *Action de l'acide chlorhydrique gazeux sur le fer.* Note de M. **F. Isambert**, présentée par M. Troost.

« L'acide chlorhydrique à l'état de gaz attaque, sous l'influence de la chaleur, un certain nombre de métaux en dégageant de l'hydrogène; mais l'hydrogène, à la même température, réagit aussi sur les chlorures produits pour reformer de l'acide chlorhydrique en déposant le métal. Un mélange à proportions convenables devra donc être sans action sur le métal ou son chlorure.

» La recherche d'un tel mélange gazeux constitue un problème abordé pour la première fois par M. Debray, quand il a montré que le protoxyde de fer résulte seul de l'action d'un courant, à volumes égaux, d'hydrogène et de vapeur d'eau sur le fer ou ses oxydes. H. Sainte-Claire Deville a complété cette étude, en 1870, en donnant les résultats de ses belles recherches sur l'action de la vapeur d'eau sur le fer, et de l'hydrogène sur les oxydes

de fer. Mais on n'avait pas d'expériences de ce genre sur l'action de l'acide chlorhydrique; j'ai entrepris cette étude, en commençant par l'action exercée sur le fer, afin de relier ces faits nouveaux à ceux déjà connus.

» Le problème est plus simple, car l'acide chlorhydrique ne donne, avec le fer, qu'un seul chlorure; il est possible de faire varier considérablement les pressions, et l'analyse du mélange gazeux est toujours très simple.

» Pour faire ces expériences, je place le fer, très divisé, dans un tube de porcelaine chauffé sur une grille à analyse; deux robinets à trois voies, mastiqués aux extrémités du tube, permettent d'établir la communication avec un manomètre qui donne la pression intérieure, et avec une pompe à mercure qui sert à introduire ou à extraire les gaz. Les deux autres extrémités des tubes sont reliées, par de petits tubes en étain, à la partie supérieure de deux éprouvettes à dessécher les gaz. Ces éprouvettes à moitié pleines de mercure communiquent entre elles, à la partie inférieure, par l'intermédiaire d'un tube de caoutchouc épais. En élevant et abaissant ces éprouvettes, on oblige les gaz à passer de l'une dans l'autre et à circuler dans le tube de porcelaine, sans que la pression intérieure éprouve pour cela de variation sensible. En répétant un certain nombre de fois ces mouvements, la température étant constante, on arrive à un état stationnaire du manomètre qui indiquait d'abord une diminution graduelle de pression : la décomposition de l'acide chlorhydrique étant accompagnée d'une diminution de volume. En tournant les robinets, on peut ensuite puiser les gaz dans l'une des éprouvettes, sans les faire passer sur le fer, ce qui pourrait modifier leur composition si la pression exerçait une influence.

» Les résultats auxquels je suis arrivé sont les suivants : la proportion d'hydrogène qui devient libre dans le mélange gazeux est d'autant plus faible que la température est plus élevée : ainsi le gaz qui n'agissait plus sur le fer contenait à la température du rouge sombre de 89 à 91 pour 100 d'hydrogène, au rouge vif de 67 à 69, et à une température encore plus élevée $\frac{55}{100}$ seulement d'hydrogène libre.

» L'action de l'acide chlorhydrique suit donc la même marche que celle de la vapeur d'eau sur le fer dans les expériences de H. Deville. On serait tenté *a priori* d'admettre l'inverse; cependant ce résultat se comprend en réfléchissant que la chaleur de formation de l'acide chlorhydrique augmente avec la température, comme l'a montré M. Berthelot, tandis que, très probablement, la chaleur de formation du chlorure de fer suit une marche inverse.

» Je n'ai constaté aucune influence due à la pression du mélange gazeux.

Si en effet, après avoir extrait des gaz pour l'analyse, on observe la pression nouvelle, on reconnaît que le manomètre reste invariable, alors que l'on fait passer les gaz un certain nombre de fois sur le fer; il n'y a donc pas de modification dans la composition du mélange gazeux qui est sans action sur le fer, lorsque la pression varie seule; si au contraire on élève la température, la tension du mélange gazeux croît assez rapidement et l'analyse constate que la proportion d'hydrogène a diminué.

» Les données sont plus simples que dans le cas de la vapeur d'eau; le rapport des pressions de l'hydrogène et de l'acide chlorhydrique est ici constant, quelle que soit la pression totale à une même température, loi qui est analogue à la loi de la dissociation. Il est possible que ce fait résulte de ce que la dissociation de l'acide chlorhydrique serait, comme celle de l'acide iodhydrique, à peu près indépendante de la pression.

» Une conséquence que j'ai eu l'occasion d'observer mérite d'être signalée : le fer semble se volatiliser et distiller des parties froides vers les parties chaudes : c'est une conséquences directe des faits énoncés. Le mélange gazeux qui entraîne le chlorure de fer à température assez basse devient réducteur quand la température s'élève ; il se reforme de l'acide chlorhydrique. En faisant circuler à diverses reprises le même gaz, on transporte des quantités notables de fer qui finit par donner des cristaux brillants; c'est un nouvel exemple simple du rôle de l'acide chlorhydrique comme agent minéralisateur.

» Je me contenterai de signaler l'analogie de ces phénomènes avec la dissociation, l'équilibre étant obtenu, ici encore, grâce à une certaine pression de gaz, entre deux réactions opposées, dont l'une au moins absorbe de la chaleur. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Nouvelles recherches sur les manganites alcalino-terreux.* Note de M. G. **Rousseau**, présentée par M. Troost.

« Dans une précédente Communication [1], j'ai fait connaître une méthode générale de production des manganites; elle consiste à introduire du chlorure de manganèse dans un chlorure alcalin ou alcalino-terreux, maintenu en fusion dans un creuset ouvert.

» En appliquant ce procédé à la préparation des manganites de chaux,

---

(1) *Comptes rendus*, t. CI, p. 167.

j'ai obtenu au rouge blanc le manganite $MnO^2, 2CaO$, tandis que, à la température du dispositif du n° 1 du four Forquignon et Leclerc, il ne se forme plus qu'un dimanganite $2MnO^2, CaO$. J'en ai conclu que, à mesure que la température s'abaisse, l'acide manganeux combiné à la chaux tend à se polymériser.

» Il était à prévoir qu'à des températures encore moins élevées cette polymérisation s'accroîtrait. En effet, le mélange de chlorure de manganèse et d'oxychlorure de calcium, chauffé pendant six heures à la flamme de la lampe Bunsen, a donné une couronne de fines aiguilles noires présentant la composition d'un trimanganite $3MnO^2, CaO$; elles renferment :

	Expérience.	Théorie.
CaO	18	17,66
Mn	51,9	52,05

» Il est probable qu'à une température plus basse on obtiendrait des produits encore plus condensés tendant à se rapprocher du pentamanganite préparé à froid par M. Gorgeu. La limite de fusibilité du chlorure de calcium ne m'a pas permis de pousser plus loin ces expériences; mais elles suffisent à montrer l'accumulation successive de l'acide manganeux dans la molécule, à mesure que la température décroît.

» Cette polymérisation progressive ne se produit cependant pas avec tous les manganites. Soumis aux mêmes variations de température, les manganites de strontiane et de baryte se comportent d'une façon toute différente. En chauffant au dispositif n° 3 du four Forquignon un mélange SrCl, SrO et MnCl, j'avais obtenu le composé MnO^2, SrO. J'ai recommencé cet essai au dispositif n° 1 en remplaçant le fondant, difficilement fusible, par du bromure de strontium. Dans ces conditions, j'ai obtenu, après huit heures de chauffe, des cristaux renfermant 49,63 pour 100 de SrO; la théorie exige 53,47 pour MnO^2, SrO. A cette température, le produit renferme déjà une certaine dose de dimanganite. En maintenant le fond du creuset à $0^m,02$ au-dessus du manchon du fourneau, il se forme, au bout de huit à dix heures, de fines aiguilles noires présentant exactement la composition d'un dimanganite $2MnO^2, SrO$. L'analyse a donné les nombres suivants :

	Expérience.	Théorie.
SrO	37,40	37,34
Mn	39,21	39,65

» Enfin, en chauffant le mélange ci-dessus pendant quinze heures, dans

la flamme du bec Bunsen, on retombe sur le manganite normal. J'ai trouvé, en effet :

	Expérience.	Théorie.
Sr O	53,57	53,47
Mn	29,63	29,54

» Le dimanganite de strontiane n'est donc stable que dans un intervalle de température variant entre 1000° et 1100° environ; aux températures inférieures ou supérieures il se dissocie et repasse à l'état de monomanganite.

» Ces résultats inattendus m'ont engagé à reprendre l'étude du manganite de baryte, MnO^2, BaO, que j'avais précédemment obtenu, avec M. Saglier, en chauffant, au dispositif n° 3, le manganate de baryte au sein du chlorure de baryum ([1]). J'ai d'abord employé le dispositif n° 1, en employant comme fondant le bromure de baryum, additionné de 3gr de BaO et de 1gr de Mn Cl. Après quatre heures de chauffe, j'ai recueilli des cristaux en forme de lamelles noires, d'un grand éclat, présentant la composition du manganate MnO^2, Ba O :

	Expérience.	Théorie.
Ba O	63,38	63,75
Mn	23,40	22,92

» Le même mélange, chauffé à 0m,01 au-dessus de l'orifice du manchon, ne donne déjà plus qu'un produit renfermant 61 pour 100 de baryte; à 0m,02, au bout de dix heures, le manganite ne titre plus que de 60,2 à 60,55 pour 100 de BaO. Enfin, à 0m,03 environ, la dissociation du manganate formé tout d'abord devient beaucoup plus lente; après quinze heures de chauffe, le titre du manganite descend à 55,78 pour 100 de BaO. Si l'on prolonge l'opération pendant trente heures, on recueille de petites aiguilles noires renfermant 51,76 pour 100 de BaO; leur composition se rapproche de celle d'un dimanganite, dont la richesse théorique est de 46,78 pour 100 de BaO.

» La difficulté de maintenir constante l'intensité de la flamme pendant un temps aussi long, ainsi que la faiblesse des rendements, ne m'ont pas permis d'obtenir de résultats plus approchés. J'ai pu néanmoins constater que, à une température encore moins élevée, c'est le manganite normal qui tend à se reformer. En maintenant le creuset dans la flamme de la lampe Bunsen pendant cent heures, j'ai obtenu de belles lamelles noires qu'il était

---

([1]) *Comptes rendus*, 21 juillet 1884.

aisé de reconnaître pour du manganite MnO^2, BaO. L'analyse du produit, dont le poids ne s'élevait qu'à $0^{gr},126$, n'a donné que 58 pour 100 de BaO; mais il était mêlé d'une quantité assez notable d'octaèdres verts de protoxyde de manganèse, provenant sans doute de l'action des gaz réducteurs, dont il est impossible d'éviter complètement la présence sans l'emploi d'une soufflerie. Si les résultats ne sont pas aussi nets qu'avec le manganite de strontiane, il est cependant aisé de voir que le sens du phénomène est le même. A mesure que la température descend au-dessous de 1100°, la teneur en MnO^2 du manganite s'élève; vers 1000°, elle passe par un maximum qui correspond à la formation d'un composé voisin de

$$2MnO^2, BaO,$$

pour retomber ensuite à sa valeur primitive.

» Le manganite de chaux, au contraire, présente une allure spéciale. Vers 800°, il contient le groupement complexe $3MnO^2$. Mais sa molécule se dépolymérise graduellement quand la température s'élève. Au rouge blanc, cette désagrégation atteint son terme, et il ne se forme plus que le manganite bibasique $MnO^2, 2CaO$. On voit, par suite, qu'un oxacide à l'état solide peut subir, sous l'action de la chaleur, une série de modifications isomériques comparables aux phénomènes récemment observés pour certains chlorures métalliques volatils. Dans ses recherches sur les acides métalliques, M. Fremy avait déjà signalé un fait du même ordre, à propos de la transformation des métastannates en stannates [1]. »

CRISTALLOGRAPHIE. — *Sur le dédoublement des composés optiquement inactifs par compensation.* Note de M. E. Bichat, présentée par M. Pasteur.

« Dans une leçon sur la *dissymétrie moléculaire*, faite à la Société chimique de Paris, M. Pasteur a émis l'idée que le dédoublement du paratartrate de soude et d'ammoniaque pourrait être dû à la présence de poussières organiques dans la solution, ou à la surface des cristallisoirs.

» Il m'a paru intéressant de soumettre cette idée au contrôle de l'expérience. Pour cela, j'ai préparé une dissolution concentrée de paratartrate double de soude et d'ammoniaque contenant un excès d'ammoniaque; puis

(1) Ce travail a été fait au Laboratoire d'enseignement et de recherches de la Sorbonne.

j'ai introduit une partie de cette dissolution encore chaude dans une série de tubes qui ont été ensuite fermés à la lampe. Après avoir chauffé ces tubes à 118° dans un bain de chlorure de calcium, on les a abandonnés à eux-mêmes dans une salle dont la température a varié, dans plusieurs expériences successives, entre +20 et −4°. A côté, on a placé un cristallisoir largement ouvert contenant une partie de la même dissolution. Dès le lendemain, on trouva dans le cristallisoir des cristaux parfaitement dédoublés de tartrate droit et de tartrate gauche de soude et ammoniaque. La dissolution contenue dans les tubes resta pendant quelque temps sans cristalliser; puis on vit se produire dans certains d'entre eux des aiguilles fines brillantes, groupées de manière à rayonner à partir d'un centre commun. Ces aiguilles étaient formées par du paratartrate d'ammoniaque. A côté, on vit se déposer bientôt d'autres cristaux de forme prismatique, durs et brillants. La plupart de ces derniers cristaux étaient constitués par du paratartrate de soude et ammoniaque, quelques-uns par du paratartrate de soude.

» Pour reconnaître si les cristaux appartiennent à des tartrates ou à des paratartrates, on eut recours à la réaction bien connue des sels de calcium. Les cristaux observés au microscope se distinguent avec la plus grande netteté les uns des autres. Tandis que le paratartrate de chaux se présente sous la forme de poudre amorphe ou d'aiguilles fines, le tartrate de la même base affecte la forme de prisme portant sur les angles des bases les faces de l'octaèdre.

» Pour que la dissolution de paratartrate de soude et d'ammoniaque cristallise sans dédoublement du sel, il n'est pas nécessaire de chauffer cette dissolution à une température aussi élevée que celle à laquelle on l'a soumise dans la première série d'expériences. On obtient encore des paratartrates en opérant de la manière suivante : on introduit la dissolution de paratartrate de soude et d'ammoniaque chauffée à une température d'environ 60° à 70° dans la branche fermée d'un tube en U qui a été lui-même chauffé et dont l'autre branche plonge dans un cristallisoir contenant de l'acide sulfurique. Au bout d'un temps plus ou moins long, et à la température ordinaire du laboratoire, il se dépose au fond du tube des cristaux présentant tous les caractères des paratartrates. La dissolution, dans cette expérience, avait été additionnée d'un grand excès de carbonate d'ammoniaque.

» Enfin, si l'on met à cristalliser une dissolution de paratartrate double de soude et d'ammoniaque dans des tubes à essais simplement recouverts

d'un tampon de coton flambé, et sans prendre d'autres précautions que celles que l'on a l'habitude de prendre lorsqu'on prépare des dissolutions sursaturées, on obtient encore, dans les conditions ordinaires de température du laboratoire, des cristaux de paratartrates non dédoublés. Dans certains tubes, la dissolution peut être conservée pendant un temps très long sans que la cristallisation ait lieu.

» De ces expériences il faut conclure que le dédoublement du paratartrate double de soude et ammoniaque ne s'effectue jamais à la température ordinaire quand on opère à l'abri des poussières de l'air. Les cristaux qui prennent naissance dans ces conditions appartiennent toujours à des composés optiquement inactifs.

» Il restait une question intéressante à résoudre. Les germes qui provoquent le dédoublement, que l'on observe toujours quand on opère en vase ouvert à une température inférieure à 28°, sont-ils d'origine organique ou d'origine minérale ? Pour essayer de résoudre ce problème, je plaçai une dissolution concentrée de paratartrate double de soude et d'ammoniaque dans une série de vases de culture analogues à ceux qu'emploie M. Pasteur. Dans chacun de ces flacons, je déposai ensuite, au moyen d'un tube effilé, et en prenant les précautions ordinaires pour éviter l'introduction des germes en suspension dans l'air, une goutte de l'eau-mère de la cristallisation d'une portion de la même dissolution abandonnée au contact de l'air. Cette dissolution, qui avait donné naissance à des cristaux nettement dédoublés, devait contenir le germe cherché qui, s'il était de nature organique, avait dû s'y développer. Or, dans les flacons ainsi ensemencés, on obtint toujours des cristaux de paratartrates non dédoublés, soit du paratartrate de soude, soit du paratartrate d'ammoniaque, soit du paratartrate de soude et ammoniaque, soit, la plupart du temps, un mélange de ces trois sels. Cette expérience, répétée plusieurs fois, conduisit toujours au même résultat. On peut en conclure que, selon toute probabilité, le germe n'est pas de nature organique.

» Si, dans les mêmes flacons, on introduit soit un cristal de tartrate droit, soit un cristal de tartrate gauche, la cristallisation avec dédoublement s'effectue toujours. La présence présumable de parcelles extrêmement petites de ces cristaux dans les poussières en suspension dans l'air du laboratoire suffirait pour expliquer le dédoublement que l'on observe toujours quand la cristallisation a lieu à l'air libre.

» Comment se fait-il maintenant que le dédoublement, sous l'influence de ces germes minéraux, ne s'opère que dans des cas très restreints, pour

certains paratartrates particuliers et non pour tous les paratartrates ? C'est une question que j'espère pouvoir résoudre par la mesure de la chaleur de dissolution et la chaleur de combinaison des différents tartrates ou paratartrates, et en répétant, pour ces sels, un travail analogue à celui que MM. Berthelot et Jungfleisch ont effectué pour les acides tartrique et paratartrique. »

CHIMIE. — *Observations relatives à une Note de M.* Joly *sur le titrage des acides phosphoriques à l'aide de divers indicateurs.* Note de M. **R. Engel**, présentée par M. Friedel.

« M. Joly, dans son travail sur le titrage de l'acide phosphorique par divers indicateurs, conclut que le bleu C4B, dont j'ai étudié les réactions, n'est pas susceptible « d'application précise ». Si ce savant n'a en vue que le dosage de l'acide phosphorique, il combat une opinion que je n'ai pas émise.

» J'ai indiqué, en effet, qu'en titrant le phosphate disodique avec la potasse normale, en présence du bleu soluble, le virage, dans l'expérience que je relate, a commencé à la cinquantième division, alors qu'il en aurait fallu théoriquement cinquante-neuf. Dans les *meilleures conditions*, il y aurait donc une erreur de 16 pour 100 environ. Aucun chimiste ne songerait à baser un procédé de dosage sur une semblable indication.

» Les chiffres qu'a trouvés M. Joly montrent que le phosphate disodique, alcalin au tournesol, est acide au bleu soluble; mais le nombre de centimètres cubes de potasse titrée nécessaire pour arriver au point où le réactif commence à virer est plus petit dans les expériences de M. Joly que dans les miennes. La raison en est facile à saisir. J'ai eu soin, en effet, de dire que j'avais opéré en *solution concentrée*, et M. Joly étend $1^{éq}$ d'acide phosphorique à 6^{lit} d'eau. Or on sait que les phosphates trisodique et tripotassique sont éminemment décomposables par l'eau. Dans ces conditions, où s'est placé M. Joly, une faible portion seulement du phosphate trimétallique subsiste inaltérée, et aucun réactif ne pourra indiquer la formation d'un composé défini qui n'existe pas en solution. Peut-être est-il permis de conclure de l'expérience que j'ai citée que, dans les conditions où j'ai opéré, la fraction dissociée du phosphate trimétallique atteint environ 15 pour 100.

» M. Berthelot terminait son Mémoire sur la neutralité chimique par ces mots :

« La théorie thermique indique en même temps l'existence possible de nombreux autres réactifs colorants, intermédiaires et même spécifiques pour certains acides, suivant l'ordre de grandeur de la chaleur de leurs combinaisons avec les bases et *le degré de stabilité de ces mêmes combinaisons, tant principales que secondaires, en présence de l'eau.* »

» Or les sels des acides les plus faibles sont décomposables par l'eau. Les réactifs qui peuvent marquer ces fonctions acides faibles doivent dégager, en se combinant avec les bases, une quantité de chaleur plus faible encore que celle que dégagent ces acides. Leurs sels sont, par suite, eux aussi décomposables par l'eau. On peut donc, je crois, affirmer *a priori* qu'il ne peut exister de réactif indiquant, dans *toutes les conditions de dilution*, la neutralisation des acides faibles ou des corps à fonctions chimiques congénères. Ainsi le bleu C4B, qui permet de doser l'acide prussique en solution concentrée à 25 pour 100, par exemple, est absolument impropre au dosage du même acide dans les eaux de laurier-cerise.

» De tels réactifs sont-ils, pour ces motifs, sans utilité? Je ne le pense pas et j'ai cru qu'il n'était pas dépourvu d'intérêt de montrer les services qu'ils peuvent rendre. Le tournesol est-il sans intérêt parce qu'il ne peut servir au dosage de l'acide phosphorique, et l'orangé 3, qu'emploient aujourd'hui toutes les industries, parce qu'il est impropre au dosage des acides acétique, oxalique, tartrique et de tant d'autres?

» La loi des proportions définies et celle des proportions multiples ne sont pas vraies, dans tous les cas, lorsqu'il s'agit de la neutralisation des acides en solution par les bases. J'ai signalé récemment ce fait que, lorsqu'on ajoute à une molécule d'acide oxalique une molécule d'ammoniaque ou de potasse, la solution obtenue ne renferme pas respectivement l'oxalate acide de ces bases, mais bien un mélange d'oxalate neutre, d'oxalate acide et de quadroxalate. Si l'on ajoute un peu plus ou un peu moins d'ammoniaque, les trois sels subsisteront encore. La neutralisation de la première fonction acide de l'acide oxalique n'a donc pas lieu suivant la loi des proportions définies, mais se fait progressivement avec formation de trois composés dont les proportions en solution varient d'une manière continue. Il semble difficile de concevoir l'existence d'un réactif qui marquerait la neutralisation théorique dans un cas de ce genre, et ces cas sont nombreux.

» J'ai développé ces considérations, à propos du bleu soluble C4B, dans un travail étendu qui a été remis à la rédaction des *Annales de Chimie*. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Formation d'alcools monoatomiques dérivés de l'essence de térébenthine*. Note de MM. **G. Bouchardat** et **J. Lafont**, présentée par M. Berthelot.

« Nous avons indiqué comment on peut former, en partant de l'essence de térébenthine française, plusieurs acétates de même formule

$$C^{20}H^{16}(C^4H^4O^4),$$

mais de propriétés très différentes : l'un appartenant à la série du terpilène, carbure bivalent; les autres à la série du térébenthène, carbure monovalent.

» Avec ces acétates, nous venons d'obtenir les alcools monoatomiques correspondants, de même composition $C^{20}H^{18}O^2$, mais de propriétés distinctes. Le mode de préparation est le même pour tous et consiste à chauffer en vase scellé, pendant dix heures, à 100°, la combinaison d'acide acétique et de carbure, avec son poids de potasse et cinq à six fois son poids d'alcool. Par addition d'eau, le composé formé se sépare à la partie supérieure; on le purifie par distillation dans le vide.

» L'acétate de terpilène, bouillant de 110° à 116° dans le vide, fournit ainsi le *terpilénol* actif sur la lumière polarisée, passant à la distillation dans le vide de 99° à 105°.

« C'est un liquide incolore, très réfringent, visqueux, de la consistance de la glycérine concentrée; il possède une odeur poivrée, rappelant de loin l'odeur de l'essence de menthe. Sa densité est voisine de celle de l'eau, $d_0 = 0,961$, un peu moindre que celle de l'acétate. Il peut être distillé sous la pression atmosphérique de 218° à 223° sans éprouver d'altération de composition. Sa densité de vapeur prise à 196° seulement (vapeur de toluidine) dans l'appareil d'Hoffmann a été trouvée égale à 5,93, densité théorique 5,3; ce terpilénol possède un fort pouvoir rotatoire à gauche, $[\alpha]_D = -64°3$. Sa composition répond à la formule d'un monohydrate de térébenthène

$$C^{20}H^{18}O^2; \quad C = 77,1, \quad H = 11,4.$$

» Il se combine à froid au gaz chlorhydrique, en formant, non un monochlorhydrate, mais bien du dichlorhydrate $C^{20}H^{16}(HCl)^2$, Cl = 33,8, identique au chlorhydrate de terpilène. Il est probable que la réaction s'effectue en deux phases, d'abord par fixation d'un équivalent d'acide chlorhydrique

$$C^{20}H^{16}(H^2O^2)(-) + HCl = C^{20}H^{16}(H^2O^2)(HCl),$$

puis substitution d'un second équivalent d'acide aux éléments de l'eau

$$C^{20}H^{16}(H^2O^2)(HCl) + HCl = C^{20}H^{16}(HCl)(HCl) + H^2O^2.$$

» Le terpilénol est violemment attaqué par l'acide azotique étendu de son volume d'eau, à la façon de l'essence de térébenthine, en donnant des produits acides et résineux identiques ne renfermant pas de camphre.

» Le mode de production du terpilénol actif par l'acétate de terpilène, véritable éther acétique de ce terpilénol, ses réactions, nous font regarder cette substance comme un alcool monoatomique, mais incomplètement saturé, $C^{20}H^{18}O^2(-)$, dérivant du terpilène carbure bivalent; la terpine anhydre $C^{20}H^{20}O^4$ étant l'alcool diatomique correspondant à ce même carbure, ces trois composés fournissent le même dichlorhydrate. Le terpilénol actif est probablement identique, au pouvoir rotatoire près, à l'hydrate liquide qui se forme en même temps que la terpine dans la réaction de Wiggers. M. Berthelot (1) a ainsi obtenu et étudié un monohydrate de pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = -12°,4$; le terpilénol nous paraît au contraire distinct de l'hydrate qui se forme par l'action de l'acide sulfurique étendu sur la terpine, ce dernier corps paraissant être l'éther de la terpine.

» L'acétate $C^{20}H^{16}, C^4H^4O^4$, produit en même temps que l'acétate de terpilène et passant de 95° à 105° dans le vide, dextrogyre $[\alpha]_0 = +1°,6$, traité de même par la potasse alcoolique, fournit un liquide ayant la composition du terpilénol, lévogyre déviant de $-17°,24'$ sous $0^m,10$ d'épaisseur et distillant dans le vide de 99° à 102°. Au bout d'un certain temps, il s'y forme des cristaux que l'on isole en les mettant essorer sur un carreau de plâtre sec. Ces cristaux sont du *camphénol* (bornéol) lévogyre.

» Après purification par sublimation, ces cristaux ont fondu à $+193°$; leur pouvoir rotatoire est $[\alpha]_D = -26°,6$. Le liquide d'où se sont séparés les cristaux de camphénol gauche, et que l'on reprend en épuisant le carreau de plâtre par l'éther, fournit une nouvelle proportion de camphénol; il suffit d'y faire passer un courant d'acide chlorhydrique qui, dans ces conditions, ainsi que l'a établi M. Berthelot, ne touche pas sensiblement au camphénol, mais qui transforme les traces de terpilène et de terpilénol qui l'accompagnent en dichlorhydrate. Le produit qui passe dans le vide de 95° à 105° fournit encore du camphénol cristallisé; mais ce *camphénol est dextrogyre;* son pouvoir rotatoire est $[\alpha]_D = +13°,9$; soit que le pouvoir rotatoire ait été modifié par l'acide chlorhydrique, soit plutôt que le produit de la saponification de l'acétate et cet acétate lui-même ne fussent des mélanges de composés isomériques dextrogyres et lévogyres. De Montgolfier a établi (2) qu'il en était ainsi dans la formation des camphénols obtenus par divers procédés au moyen du camphre des laurinées; le produit total étant à peu près inactif, mais dédoublable en camphénol droit et cam-

(1) BERTHELOT, *Journal de Pharmacie et de Chimie*, t. XXIX, p. 32.

(2) DE MONTGOLFIER, *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XIV, p. 59.

phénol gauche, ce dernier à pouvoir rotatoire variable, pouvant être transformé facilement en camphénol droit.

» L'acétate de térébenthène passant de 105° à 110° fournit un mélange de terpilénol et de camphénol, d'où l'on extrait, en opérant comme précédemment, un camphénol lévogyre de pouvoir rotatoire assez élevé, $[\alpha]_D = -43°,6$. Il y a plus abondante production de camphénol gauche que de droit.

» Ces divers camphénols actifs ont la composition du bornéol naturel $C^{20}H^{18}O^2$, $C = 76,1$, $H = 11,5$. Ils en possèdent les propriétés organoleptiques et chimiques; traités à 100°, pendant dix heures, par 12 fois leur volume d'acide chlorhydrique saturé, ils fournissent du monochlorhydrate $C^{20}H^{16}(HCl)$, $Cl = 10,6$.

» L'acide azotique additionné d'un peu d'eau attaque ces camphénols à 100°, en fournissant du camphre agissant sur la lumière polarisée [1]. Ce camphre est lévogyre dans tous les cas.

Camphre provenant de camphénol gauche.........	$[\alpha]_D = -47°,6$.
Le même purifié..................................	$[\alpha]_D = -51°$ à $-53°$.
Camphre provenant de camphénol droit...........	$[\alpha]_D = -67°$ à $-71°$.

» Les divers camphénols produits par fixation des éléments de l'eau sur l'essence de térébenthine française appartiennent donc au groupe des camphénols pouvant être ramenés à un pouvoir rotatoire lévogyre fixe, c'est-à-dire inverse de celui du bornéol naturel ou des camphénols dérivés du camphre des laurinées. Cependant nos mesures montrent que ce camphénol gauche a un pouvoir rotatoire fixe $[\alpha]_D \geqq -43°,6$ supérieur en valeur absolue à celui du bornéol dextrogyre dérivé du camphre $[\alpha]_D = +37°$ (de Montgolfier) et, par suite, on ne saurait produire, en mélangeant ces deux corps à poids égaux, un composé analogue à l'acide racémique et dénué de pouvoir rotatoire. Même remarque est faite pour les camphres qui en dérivent, le pouvoir rotatoire du camphre des laurinées étant inférieur en valeur absolue à nos mesures. »

---

(1) M. Lextreit (*Journal de Pharm. et de Chim.*, 5e série, t. XII, p. 211) a obtenu, en décomposant un picrate de térébenthène, du camphre (?) lévogyre.

CHIMIE. — *Sur l'action, à froid, des chlorures alcooliques sur l'ammoniaque, et sur les amines méthyliques.* Note de MM. **Camille Vincent** et **Chappuis**, présentée par M. Friedel.

» Les mémorables travaux d'Hofmann et les recherches de MM. Carey Lea, Duvillier et Buisine ont fait connaître l'action des bromures, iodures et nitrates de méthyle et d'éthyle sur l'ammoniaque en dissolution alcoolique, et sur les amines méthyliques et éthyliques à une température plus ou moins élevée. Nous nous sommes proposé d'étudier l'action des chlorures alcooliques sur l'ammoniaque et sur les amines méthyliques, en opérant à froid, sur des volumes gazeux rigoureusement mesurés, puis liquéfiés par pression dans l'appareil de M. Cailletet.

» A. 1° *Chlorure de méthyle et gaz ammoniac.* — Volumes égaux de ces deux gaz ont été introduits dans un récipient cylindrique en verre de 600^{cc} de capacité, puis liquéfiés et maintenus à 25^{atm} pendant vingt-quatre heures. Au bout de ce temps, on constata que tout le mélange gazeux avait disparu.

» La matière solide formée extraite du tube, et mise pendant quelques instants dans le vide, a été traitée par l'alcool absolu bouillant, qui a laissé un fort résidu insoluble formé par du chlorydrate d'ammoniaque.

» La dissolution alcoolique obtenue, étant évaporée, a laissé une masse déliquescente qui a été reprise par l'eau et traitée d'abord par le chlorure de platine. Par refroidissement, la liqueur a laissé déposer des octaèdres rouges, de chloroplatinate de triméthylamine, qui ont été analysés.

» Les eaux-mères de ces cristaux ont abandonné par évaporation des cristaux jaunes de chloroplatinate de monométhylamine. La recherche de cette amine a été faite sur une nouvelle quantité de produit soluble dans l'alcool qui a été décomposé par la soude, et le gaz obtenu condensé dans l'alcool. L'addition d'oxalate d'éthyle dans cette dissolution alcaline a donné des cristaux de diméthyloxamide caractérisant la monométhylamine.

» Ainsi, à froid, le chlorure de méthyle et l'ammoniaque, réagissant l'un sur l'autre à l'état liquide, donnent des chlorhydrates d'ammoniaque, de mono, et de triméthylamine; le sel ammoniac étant le produit dominant; on pourrait se rendre compte de ces réactions par l'équation

$$4AzH^3 + 4CH^3Cl = 2AzH^4Cl + AzH^2, CH^3, HCl + Az(CH^3)^3, HCl.$$

» Si dans l'expérience on fait intervenir l'alcool méthylique ou l'alcool ordinaire, c'est-à-dire si l'on abandonne à froid en matras clos une disso-

lution saturée d'ammoniaque dans l'un de ces alcools et du chlorure de méthyle, les produits obtenus sont différents :

» Après vingt-quatre heures le mélange laisse déposer une abondante cristallisation de sel ammoniac en gros cristaux transparents, qui constituent le produit dominant; et dans le liquide se trouve en dissolution du chlorure de tétraméthylammonium, mais pas de triméthylamine.

» 2° *Chlorure de méthyle et monométhylamine.* — Volumes égaux de ces gaz sont mélangés, liquéfiés dans un réservoir semblable au précédent et maintenus pendant vingt-quatre heures à 25^{atm}; la réaction étant terminée, on trouve dans le tube un produit blanc, déliquescent, entièrement soluble dans l'alcool absolu : ce produit ne renferme donc pas de sel ammoniac. Dissous dans l'eau et traité par le chlorure de platine, il donne des cristaux de deux espèces, faciles à séparer mécaniquement et à purifier par cristallisation. Les uns, de couleur jaune d'or, sont du chloroplatinate de monométhylamine; les autres, rouges, sont du chloroplatinate de tétraméthylammonium.

» Il ne se forme pas de di- ni de triméthylamine dans cette réaction, que l'équation suivante permettrait d'expliquer :

$$3\,AzH^2,CH^3 + 3\,CH^3Cl = 2\,AzH^2,CH^3,HCl + Az(CH^3)^4Cl.$$

3° *Chlorure de méthyle et diméthylamine.* — Volumes égaux de ces gaz sont comprimés et abandonnés sous 25^{atm}. Au bout de quelques instants, le liquide se trouble en laissant déposer de magnifiques prismes.

» Le résidu salin, traité par l'alcool absolu, se dissout entièrement, ce qui montre l'absence de sel ammoniac. Par le chlorure de platine, il donne deux espèces de cristaux; les premiers déposés, rouges, sont du chloroplatinate de tétraméthylammonium.

» Les eaux-mères abandonnent ensuite du chloroplatinate de diméthylamine.

» L'équation suivante permettrait d'expliquer la réaction entre le chlorure de méthyle et la diméthylamine,

$$2\,AzH(CH^3)^2 + 2\,CH^3Cl = AzH(CH^3)^2,HCl + Az(CH^3)^4,Cl.$$

» 4° *Chlorure de méthyle et triméthylamine.* — Volumes égaux de triméthylamine et de chlorure de méthyle comprimés se combinent rapidement en donnant un produit salin entièrement soluble dans l'alcool. Ce produit donne, avec le chlorure de platine, une seule espèce de cristaux, qui sont du chloroplatinate de tétraméthylammonium.

» La réaction entre le chlorure de méthyle et la triméthylamine a lieu avec un dégagement de chaleur considérable, ainsi que nous l'avons constaté en enfermant dans un matras scellé les deux produits liquides. En moins de dix minutes, le mélange se trouble et se prend bientôt en une masse de cristaux blancs, en même temps que la température s'élève à plus de 60°.

» Les résultats obtenus avec le chlorure de méthyle nous ont engagés à opérer avec les chlorures d'éthyle et de propyle. Nous avons comprimé et maintenu à 50^{atm}, à la température ordinaire, pendant quarante-huit heures, volumes égaux de gaz ammoniac et de chlorure d'éthyle; mais nous avons constaté qu'aucune action ne s'était produite. Le mélange, ramené à la pression atmosphérique, a repris exactement son volume primitif. Il a été liquéfié de nouveau et chauffé progressivement. Lorsque la température a été de 175° et la pression de 70^{atm}, on a atteint le point critique du mélange, sans qu'il y ait eu la moindre action chimique, même après deux heures de chauffe.

» Après avoir laissé refroidir l'appareil et supprimé la pression, on a introduit une petite quantité d'alcool dans le mélange qui a été comprimé et maintenu pendant deux jours à froid sous 50^{atm}, sans résultat.

» La même expérience a été répétée en enfermant dans un matras une dissolution alcoolique d'ammoniaque et du chlorure d'éthyle; ce n'est qu'au bout de trois jours que la réaction a commencé à se manifester d'une façon très partielle par le dépôt de cristaux, dont le volume augmente même après plusieurs mois.

» Nous avons ensuite essayé l'action du chlorure d'éthyle sur la triméthylamine. Ces deux produits, mélangés à volumes égaux à l'état gazeux, ont été comprimés et maintenus à 50^{atm} pendant quarante-huit heures sans qu'il y ait eu la moindre réaction.

» Nous avons constaté également que le chlorure de propyle normal ne réagit à froid qu'avec une extrême lenteur sur la dissolution alcoolique d'ammoniaque. Après plusieurs semaines, il n'y a pas de dépôt cristallin, et le mélange, évaporé entièrement dans le vide vers 40°, ne laisse qu'un résidu salin à peine sensible.

» Cette différence dans l'action du chlorure de méthyle et des chlorures d'éthyle et de propyle sur les amines, trouve une explication dans la différence de constitution du carbinol et des autres alcools. »

ANATOMIE PATHOLOGIQUE. — *Sur les lésions de la névrite alcoolique* [1]. Note de M. **Gombault**, présentée par M. Charcot.

« On sait aujourd'hui que l'alcoolisme chronique peut s'accompagner de lésions profondes des nerfs périphériques, indépendantes d'une altération équivalente dans la moelle épinière ou dans les racines rachidiennes. Les deux cas que nous avons étudiés ne font nullement exception à cette règle. On sait de plus que les caractères anatomiques de cette névrite périphérique d'origine alcoolique sont très analogues, sinon identiques, à ceux de la dégénération wallérienne. Mais, si l'on connaît bien ce qu'on pourrait appeler la période d'état et les phases ultimes du processus, on est beaucoup moins bien renseigné au sujet de la période initiale. Les faits que nous nous proposons de relever ici spécialement nous semblent de nature à éclairer, dans une certaine mesure, l'étude de cette phase initiale. A côté des fibres nerveuses présentant tous les caractères assignés par M. Ranvier à la dégénération wallérienne, et qui forment la grosse masse des fibres altérées, on en rencontre d'autres, en petit nombre, il est vrai, au niveau desquelles la lésion se présente avec des caractères absolument différents. D'une part, la gaine de myéline, au lieu d'être grossièrement sectionnée et de former des boules volumineuses, est finement émulsionnée; le plus souvent, les fines particules graisseuses ainsi produites sont englobées par des cellules volumineuses, qui constituent à l'intérieur de la gaine de Schwann un véritable manchon de corps granuleux.

» D'autre part, le cylindre-axe *persiste*, tandis que, dans le cas de la dégénération wallérienne, il disparaît rapidement. La présence du cylindre-axe est toujours difficile à constater sur les fibres traitées par l'acide osmique. Mais, en variant les modes de préparation et en comparant les résultats que donne chacun d'eux, on peut mettre le fait en évidence. Les particularités qui viennent d'être mentionnées ne sont pas le propre de la névrite alcoolique.

» Nous avons montré ailleurs [2] qu'une semblable association de lésions différentes pouvait se rencontrer dans la névrite saturnine expéri-

---

[1] Nous devons à l'obligeance de MM. Balzer et Gilles de la Tourette les deux observations qui ont servi de base à la présente Note.

[2] *Progr. médical*, 1880; n° 10. — *Arch. de Neurologie*, 1880; n°s 1-2.

mentale. Un peu plus tard, les mêmes lésions étaient signalées dans la paralysie diphtérique par MM. Mayer [1], Gaucher [2] et par nous-même [3]. Nous rappellerons que nos recherches nous avaient conduit à admettre dans l'évolution de la névrite saturnine expérimentale deux phases distinctes : l'une, dans laquelle un certain nombre de segments interannulaires étaient frappés isolément (*névrite segmentaire*). Dans chacun des segments ainsi altérés, le cylindre-axe persistait (*névrite périaxile*), et comme conséquence de cette persistance du cylindre-axe, les portions de fibres situées au-dessous des points malades pouvaient n'être le siège d'aucune altération. Nous admettions que cette névrite segmentaire périaxile pouvait se terminer de deux façons : ou par la restauration des parties altérées et la formation de segments grêles et courts, ou bien, la lésion progressant, par la destruction du cylindre-axe au niveau du segment malade, entraînant comme conséquence la dégénération wallérienne au-dessous du point sectionné. La névrite segmentaire périaxile expliquait ainsi le développement de la dégénération wallérienne, et constituait la phase préwallérienne de la névrite. L'étude que nous venons de faire nous conduit à penser qu'il existe également une phase préwallérienne dans la névrite alcoolique, caractérisée par la multiplication des noyaux et l'émulsion de la gaîne de myéline avec conservation du cylindre-axe. Cette phase préwallérienne, en raison de l'intensité du processus, aboutirait rapidement, sur le plus grand nombre des fibres, à la destruction du cylindre-axe et, partant, à la dégénération wallérienne. »

ZOOLOGIE. — *Sur le* Balanoglossus sarniensis. Note de M. **R. Kœhler**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Je reconnais que l'espèce de *Balanoglossus* que je viens d'étudier [4] peut être identique à l'une des deux espèces de Concarneau; mais, comme les personnes qui ne sont pas au courant de la question pourraient m'accuser d'avoir pris pour nouvelle une espèce déjà décrite, je désire faire ici une remarque.

---

(1) *Archiv Virchow;* 1881.

(2) *Journal de l'Anatomie,* 1881; n° 1.

(3) *Soc. anatom.,* 1881, février, p. 106.

(4) *Comptes rendus,* séance du 25 janvier 1886, p. 224 de ce Volume.

» Les deux *Balanoglossus* de Concarneau n'ont jamais été décrits par personne; MM. Barrois et de Guerne, puis M. Giard, les ont seulement signalés dans de courtes notices, mais n'en ont pas donné les caractères spécifiques précis, pas plus qu'ils ne donnent les caractères différenciels des *Balanoglossus salmoneus* et *Robinii*.

» L'odeur si caractéristique d'iodoforme que j'ai constatée sur mes échantillons n'est même pas indiquée. M. Giard dit du *Balanoglossus Robinii* qu'il communique à l'alcool une forte odeur de rhum. Tout le monde reconnaîtra, j'espère, que ces deux espèces n'étant pas décrites, il ne m'était pas possible de savoir si mes individus correspondaient à l'un ou l'autre des *Balanoglossus* de Concarneau que je ne connaissais pas.

» M. Pouchet a parfaitement reconnu, d'après ma description, qu'il s'agissait d'une de ces espèces, mais il n'indique pas laquelle ([1]). J'estime donc que, si je n'ai pas été le premier à trouver le *Balanoglossus sarniensis*, j'ai au moins été le premier à en donner une description assez exacte pour le faire reconnaître. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur la morphologie de l'ovaire chez les Insectes.* Note de M. **Ad. Sabatier**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Dans une Note du 18 janvier, M. Perez a communiqué à l'Institut les résultats de ses recherches sur l'origine des éléments contenus dans le tube ovarien des Insectes. Ces résultats, fort différents des miens, ont produit sur moi l'effet ordinaire des contradictions sérieuses, c'est-à-dire qu'ils m'ont engagé à refaire l'étude de mes préparations. Je dois dire que ce nouvel examen n'a en rien modifié ma manière de voir.

» Les objections de M. Perez portent sur deux points : l'origine des cellules du follicule et l'origine des cellules nutritives ou vitellogènes. Quant à l'origine des cellules du follicule, comme M. Perez, je l'ai étudiée chez *Œschna*, chez *Acridium*, chez *Grillus*, c'est-à-dire dans des ovaires dépourvus *en apparence* de cellules dites *vitellogènes,* aussi bien que chez *Dytiscus, Musca, Chironomus,* plusieurs Microlépidoptères, etc.; et voici ce que j'ai vu clairement, dans tous les cas, avec des grossissements et sur des préparations bien fixées et bien colorées. Dans le filament terminal, toutes les cellules sont identiques; mais, en approchant du sommet de

([1]) *Comptes rendus,* séance du 1er février 1886, t. XII, p. 272.

l'ovariule, au point où se multiplient ces cellules qui seront les ovules primitifs, on voit apparaître, dans le protoplasma qui enveloppe les noyaux, des grains réfringents, d'abord très petits et qui se colorent bien. Ces grains grossissent à mesure qu'on les observe plus bas; ils se multiplient et fournissent les noyaux des cellules folliculaires. L'opinion de M. Perez que les cellules folliculaires sont, dès l'abord, des cellules de l'ovaire *identiques* aux ovules primitifs, ne peut être soutenue en présence de ce fait, que les cellules folliculaires sont d'abord très petites et bien inférieures en dimension à ces ovules primitifs. En examinant avec des objectifs suffisants l'extrémité d'un ovaire de *Musca* ou d'*Acridium*, bien préparé et bien coloré, on pourra se convaincre de la réalité du fait que j'avance. La manière dont M. Perez formule sa manière de voir me paraît convenir plutôt aux cellules folliculaires déjà formées qu'à ces cellules en voie de formation.

» Quant à l'origine des cellules nutritives, voici ma réponse aux objections de mon honorable contradicteur. Je n'ai pas à revenir sur ce que j'ai décrit chez *Forficula;* mais j'ajoute que non seulement je puis apporter dans cette question l'appui de mes observations personnelles, mais que j'ai eu la satisfaction de les voir confirmées dans des recherches faites en commun avec mon collègue, le professeur Renaut, de Lyon, dont la haute compétence en Histologie ne saurait être mise en doute. En étudiant avec tous les perfectionnements de la technique moderne des ovaires de *Dytiscus*, nous avons vu se former, dans le vitellus de l'œuf, du côté de la face supérieure de l'ovule, une vésicule à grains fins, identique au noyau des cellules nutritives, se colorant comme celui-ci en bleu par l'hématoxyline, tandis que les granulations qui l'entouraient se coloraient en rouge par l'éosine. Ces faits ne peuvent être bien vus que sur des coupes minces, faites sur des ovaires bien fixés.

» Ils se relient du reste d'une manière très naturelle à d'autres faits que j'ai contribué à établir, c'est-à-dire à la formation intravitelline des noyaux vitellins des Aranéides et d'autres animaux, noyaux qui sont exactement les homologues des cellules nutritives des Insectes, et qui n'en diffèrent que parce qu'ils sont absorbés par l'œuf comme élément nutritif avant et non après leur expulsion.

» Quant à la division des cellules nutritives après leur expulsion, je l'ai nettement observée plusieurs fois sur *Dytiscus*. On verra d'ailleurs bientôt combien l'analogie est favorable à sa réalité.

» M. Perez objecte à ma manière de voir qu'elle n'explique pas la con-

stance absolue (d'après M. Perez) des nombres 0, 3, 7, 15, 31, 63, 127 de cellules vitellogènes chez les Insectes. Je dis d'abord qu'en supposant cette loi tout à fait rigoureuse, je ne vois aucune impossibilité à ce que le nombre des cellules expulsées soit un de ces nombres impairs. J'ajoute que la vérification de cette loi ne m'a pas paru aussi facile que le prétend M. Perez, que dans les cas à cellules nombreuses je ne saurais affirmer s'il y a toujours 15 ou 16 cellules, et à plus forte raison 31 ou 32, 63 ou 64, 127 ou 128! Pour les nombres plus simples, qui sont des cas d'étude plus faciles, je dois dire que John Lubbock, dont les observations méritent bien quelque confiance, a décrit et figuré chez *Panorpa communis* un long tube ovarien où il n'y a généralement, dit-il, que deux cellules nutritives par œuf, qu'il en signale 5 ou 6 chez *Chrysopa perla*, et quatre chez une *Leptoceridæ*. J'ajoute que je ne puis comprendre pourquoi les Coléoptères (sauf Carabides et Dytiscides) et les Hémiptères sont considérés par M. Perez comme dépourvus de cellules vitellogènes, alors que chacun des œufs de ces animaux est relié à un si grand nombre de ces cellules qu'il est impossible de les compter. L'argument puisé dans ce groupe est loin d'être favorable à M. Perez, car il lui est tout à fait contraire.

» Les cellules nutritives y existent très nombreuses et y présentent très clairement tous les degrés de la division cellulaire et très inégalement répartis, de telle sorte qu'on ne peut douter que le nombre de ces cellules ne passe très fréquemment de l'état pair à l'état impair, et réciproquement. Or la constitution de l'ovaire dans ce groupe, ainsi que je l'ai établi dans ma Note précédente, ne diffère pas essentiellement de ce que l'on observe dans les autres groupes (Lépidoptères, Hyménoptères, Névroptères, etc.), et l'on peut y trouver une très forte présomption en faveur d'une assimilation des processus.

» Des trois Notes que je viens de publier sur la morphologie de l'ovaire chez les Insectes, je tire cette conclusion que les cellules nutritives, comme les cellules folliculaires, sont des éléments éliminés de l'œuf, qui ne diffèrent que par les dimensions et par l'époque de leur apparition, et qu'il n'y a pas lieu d'établir une différence essentielle entre les Insectes qui n'ont que des cellules folliculaires et ceux qui ont, en outre, des cellules nutritives. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur le système nerveux de l'*Echinus acutus (¹). Note de M. **Henri Prouho**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Si, après l'avoir convenablement traité par le chlorure d'or et l'acide citrique, on examine à un grossissement de 100^d environ un lambeau de la peau qui recouvre extérieurement le test de l'*Echinus acutus*, on y distingue de nombreuses lignes bleuâtres, ayant une direction commune et réunies par de fréquentes anastomoses. On est alors frappé de la similitude d'aspect qu'offre une pareille préparation avec le dessin que M. Loven a donné d'une partie du système nerveux périphérique d'un Spatangoïde, le *Brysopsis lyrifera*, dans son beau travail sur les Échinoïdées.

» Ce réseau, mis en évidence par le chlorure d'or, peut être isolé de tous les autres éléments histologiques de la peau. Examiné alors à un grossissement de 500^d, il se résout en un plexus de fibrilles extrêmement nombreuses, s'entrecroisant dans tous les sens et formant des mailles dont les plus grandes ont $0^{mm},013$. Les faisceaux principaux que l'on avait d'abord aperçus à un plus faible grossissement courent au milieu de ce plexus, et l'on en voit toujours quelques-uns se diriger vers les piquants et les pédicellaires voisins.

» Un tel réseau est un réseau de fibres nerveuses. En effet :

» 1° Les fibrilles qui le composent présentent identiquement les mêmes caractères que celles du filet nerveux tentaculaire et du nerf ambulacraire;

» 2° Examiné à la base d'un tube ambulacraire, on le voit en continuité de substance avec le filet nerveux, qui, venant du nerf ambulacraire, émerge de l'un des deux pores du tentacule. Le nerf tentaculaire donne en ce point des faisceaux principaux qui entourent la base du tube ambulacraire et fournissent les éléments fibrillaires au plexus environnant. Je me suis assuré d'autre part que le réseau est continu avec l'extrémité du nerf ambulacraire qui, passant par le pore ocellaire, vient s'épanouir à la surface de la plaque correspondante.

» Ce réseau est compris entre l'épithélium externe et une couche conjonctive qui envoie, à travers les mailles du plexus nerveux, de nombreux

(¹) Ce travail a été fait au laboratoire Arago, à Banyuls-sur-Mer.

tractus connectifs servant de soutien à l'épithélium [1]. Il se retrouve, avec ses mêmes caractères, sur toute la surface externe du test dont il innerve tous les appendices. J'ai également constaté sa présence autour des tentacules buccaux.

» La manière dont les piquants sont mis en rapport avec ce plexus nerveux est remarquable. On voit, en effet, celui-ci former à la base de chaque radiole un anneau nerveux relativement très développé, situé à quelque distance du point d'attache inférieur des muscles moteurs, entre ceux-ci et l'épithélium.

» Il résulte de ce qui précède que l'*Echinus acutus* est entièrement recouvert par un réseau nerveux périphérique comparable à une sorte de tulle tissé avec des fibrilles nerveuses et en connexion avec le système nerveux interne en autant de points qu'il y a de tentacules ambulacraires et de pores ocellaires.

» Les éléments cellulaires de ce réseau sont très difficiles à apercevoir sur le plexus lui-même; ils existent cependant et c'est principalement sur le trajet des faisceaux principaux qu'on parvient à les distinguer. Je considère seulement comme nerveuses les cellules que j'ai pu voir en rapport intime avec les fibres du plexus dont la nature n'est pas douteuse, et j'ai constaté que, dans ces conditions, elles présentent constamment les mêmes caractères que les éléments ganglionnaires du système interne.

» Les cellules nerveuses sont très nombreuses et par conséquent faciles à observer autour de l'anneau nerveux des piquants. Sur une coupe mince, normale à la courbure de l'anneau, on les voit disposées tout autour, tandis que le centre de la section est occupée par les fibrilles nerveuses. Il y a là, à la base de chaque radiole, comme un centre d'éléments ganglionnaires.

» Les nombreuses cellules multipolaires, sous-jacentes au plexus nerveux et dont les prolongements se relient parfois les uns aux autres, ne sont autre chose que des cellules conjonctives; et, somme toute, le système nerveux périphérique est constitué par des éléments, fibres ou cellules, identiques à ceux du système nerveux [2].

---

(1) Pendant que je poursuivais mes recherches, M. Sarazin a publié, dans le *Zoologischer Anzeiger*, 14 décembre 1885, une Note *Ueber einen mit zusammen gesetzen Augen bedeckten Seeigel*. L'auteur constate dans la peau de cet Oursin, qui est le *Diadema setosum*, la présence d'une couche nerveuse; mais il n'indique ni ses connexions avec le système nerveux interne, ni ses relations avec les appendices du test.

(2) Dans un Mémoire sur le *Système locomoteur des Echinodermes*, M. Romanes

» Je signalerai enfin un fait anatomique relatif au système nerveux interne qui, à ce que je crois, est jusqu'ici resté inaperçu.

» Chez l'*Echinus acutus*, le nerf ambulacraire, avant d'entrer dans le pore ocellaire, se creuse en gouttière et finit par constituer un tube parfait dans lequel passe le vaisseau aquifère. A l'entrée du pore, ce tube nerveux se partage en deux portions : l'une pénètre dans le trou ocellaire pour aller s'épanouir à l'extérieur, tandis que l'autre se continue au delà en une lame qui aboutit à un anneau nerveux.

» Celui-ci, dont le diamètre est à peine plus grand que celui de la circonférence passant par les cinq pores génitaux, est situé au-dessous de la lame conjonctive qui, tout autour du rectum, recouvre intérieurement les plaques génitales, entre cette lame et la membrane de revêtement du test. L'anneau en question est parfaitement continu sur toute sa circonférence; il passe transversalement sur les conduits déférents en s'amincissant toutefois à ce niveau, après avoir envoyé aux glandes sexuelles des faisceaux nerveux que l'on peut suivre sur la paroi du conduit.

» Il y a donc chez l'*Echinus acutus* un *anneau génital nerveux* reliant entre elles les cinq glandes génitales et les rattachant, par l'intermédiaire des cinq troncs ambulacraires, au pentagone nerveux péribuccal. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur une nouvelle espèce de Diplosomien*. Note de M. **F. Lahille**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« M'occupant depuis quelques années des Synascidies de Roscoff et de Banyuls, j'ai eu l'occasion, au cours de mes études, de recevoir quelques Cormus de Guernesey, que je dois à l'obligeance de M. René Kœhler, de Nancy. J'ai rencontré dans cet envoi un Diplosomien nouveau que j'avais déjà trouvé à Roscoff au petit Gueréon. Cette espèce est commune à Guernesey, au bas de l'eau, sur les frondes de Laminaires. M. Giard l'aurait placée dans le genre *Pseudodidemnum;* mais ce genre ne pouvant être distingué des Diplosoma, puisqu'ils présentent tous deux un prolongement endostylaire, je nomme cette espèce nouvelle *Diplosoma Kœhleri*. J'ai trouvé

---

décrit, chez un *Echinus*, un système nerveux périphérique et il le représente formé de cellules nerveuses multipolaires réunies les unes aux autres par leurs prolongements. Les préparations que j'ai obtenues en étudiant l'*Echinus acutus* ne peuvent s'accorder avec la figure donnée par cet auteur.

dans l'organisation de cette espèce quelques faits intéressants concernant l'anatomie des Diplosomiens.

» Les Cormus sont très minces, transparents, et dans les vacuoles de la tunique commune on aperçoit épars des amas mûriformes de cellules pigmentaires à noyaux fort visibles. La taille des adultes dans leur état d'extension le plus complet ne dépasse pas $1^{mm},5$. L'orifice branchial présente six lobes aigus (longueur 45^{μ}), qui sont par rapport à l'endostyle dans une position toute différente de celle que M. Giard a indiquée pour les Synascidies à six lobes. On ne voit jamais de taches autour de l'orifice branchial et c'est un des caractères qui séparent l'espèce nouvelle du *Diplosoma Listeri* (*Polyclinum* de Lister).

» Le cercle coronal porte douze filets tentaculaires. La branchie présente quatre rangées de grands trémas ovalaires, et l'on compte neuf à dix trémas par rangée. Le long du raphé dorsal sont trois papilles qui correspondent aux trois sinus horizontaux de la branchie. En outre, on remarque dans l'intérieur de la branchie trois petits plis horizontaux qui suivent ces mêmes sinus.

» L'organe vibratile est fort visible, mais la glande ganglionnaire placée immédiatement en arrière du ganglion est très difficile à observer. Chez les jeunes Oozoïdes, on distingue le *cordon nerveux dorsal,* signalé en premier lieu par MM. Ed. van Beneden et Julin chez les Ascidies sociales et quelques Monascidies. Je rappellerai à cette occasion que, vers le mois de décembre 1884, j'avais conclu, à la suite d'expériences de Physiologie au laboratoire de Banyuls, à l'existence d'uu centre nerveux viscéral chez les Monascidies.

» Le système musculaire du *Diplosoma Kœhleri* est en tout semblable au type si bien décrit par M. Jourdain. Je crois devoir nommer le prétendu appendice de l'endostyle : cône musculaire fixateur ou simplement *cône fixateur*. Le développement de cet organe et l'inspection des coupes chez l'adulte montrent que les fibres musculaires y sont disposées suivant une surface conique. C'est grâce à cet organe que les individus peuvent se rétracter. Il correspond au cône formé par les muscles longitudinaux qui emprisonne l'intestin et les organes reproducteurs chez les *Polyclinidæ*.

» Chez quelques rares individus, on aperçoit un stolon unique à extrémité renflée et campanuliforme, qui ressemble à ceux que Gegenbaur a représentés chez son *Didemnum gelatinosum*.

» Un long œsophage aboutit à l'estomac qui présente deux sortes de valvules et dont les parois épaisses sont formées de longues cellules à mucus, dont les réactifs ne colorent que la partie inférieure où se trouve

le noyau. Une portion post-stomacale de l'intestin à parois lisses et minces aboutit à une *région godronnée* dont les parois forment en effet de nombreuses bosselures internes augmentant la surface d'absorption.

» La partie godronnée débouche dans l'extrémité élargie d'une dilatation ovoïde à parois épaisses, semblables à celles de l'estomac. C'est dans cette dilatation, aussi volumineuse que l'estomac lui-même et que je nommerai *dilatation coprogène,* que se forment les petites boules excrémentitielles. La digestion se continue dans cette région et j'y ai toujours trouvé de nombreux amœbiens parasites. L'extrémité amincie de la dilatation coprogène débouche dans un renflement de l'intestin terminal, lequel s'arrête à la base de la branchie. L'appareil digestif du *Diplosoma Kœhleri* présente six portions bien distinctes, et je ferai remarquer en passant que le Perophora, dans son embryogénie, présente aussi un intestin formé de six régions.

» Le testicule est formé de deux follicules volumineux; quelquefois pourtant il n'en existe qu'un seul. Le canal déférent présente à son origine une dilatation assez volumineuse. Il suit le côté droit de l'intestin et se termine par un renflement claviforme rempli de spermatozoïdes. Le testicule est placé au-dessous de l'estomac et de la cavité coprogène. L'ovaire se trouve au-dessous de l'œsophage et de l'intestin terminal.

» Cet ovaire tubulaire est accolé au canal déférent et présente des œufs d'autant plus volumineux qu'ils sont situés plus en arrière. A la maturité le diamètre des œufs est en moyenne de 30^{μ}.

» La fécondation chez les Diplosomiens n'a jamais lieu, comme le pensait Della Valle, dans l'intérieur du corps des individus, grâce à un pore qui s'ouvrirait pour laisser passer les spermatozoïdes et qui se refermerait ensuite. L'œuf mûr tombe dans la cavité du Cormus, c'est là qu'il y est fécondé par les spermatozoïdes qui s'y trouvent en grande abondance; c'est là aussi qu'il se développe, et la larve n'est expulsée du Cormus qu'après la formation du premier blastozoïte. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les quantités de chaleur dégagées et absorbées par les végétaux.* Note de M. **Gaston Bonnier,** présentée par M. Duchartre.

« Ayant repris les expériences que j'avais commencées en 1879 sur les quantités de chaleur dégagées par les graines en germination [1], j'ai

---

[1] *Bulletin de la Société Botanique de France,* t. XXVII, 14 mai 1880.

étudié d'une manière plus générale les échanges de chaleur qui se produisent entre les végétaux et l'extérieur.

» On n'a jamais mesuré les quantités de chaleur dégagées ou absorbées par les tissus des plantes et les mesures de température qui ont été faites par divers expérimentateurs ne permettent de calculer ni la quantité de chaleur créée, ni même un nombre proportionnel à cette valeur. Or, comme on le verra plus loin, c'est le nombre de calories produites par une partie déterminée du végétal, à une époque donnée de son développement, qu'il est le plus intéressant de connaître.

» 1° *Méthodes.* — J'ai opéré par deux méthodes différentes : par la méthode du calorimètre et par la méthode des températures stationnaires.

» I. Je me suis servi du calorimètre Berthelot, comme on l'emploie généralement pour l'étude des réactions lentes. Les êtres soumis à l'expérience étaient soit directement plongés dans l'eau, soit placés dans l'air de récipients en platine que l'on immergeait.

» II. Dans la seconde manière d'opérer, j'ai employé le thermocalorimètre de Regnault, en y appliquant la méthode des températures stationnaires. Le thermocalorimètre de Regnault est, comme on sait, un thermomètre dans le réservoir duquel est creusé un récipient. Les végétaux disposés dans cette cavité sont donc placés au milieu d'une double enveloppe de verre contenant du mercure ou de l'alcool.

» Pour faire une expérience, on place le thermocalorimètre vide dans une enceinte à température constante, de telle sorte que la température et celle de l'enceinte soient rigoureusement égales. On introduit ensuite, dans le récipient du calorimètre, les êtres soumis à l'expérience et préalablement amenés à la même température initiale. Au bout d'un certain temps, l'enceinte restant toujours à la même température t_1, le thermocalorimètre indique des températures croissantes qui ont une limite t_2. Si l'intervalle entre les deux températures fixes n'est pas trop grand, on peut écrire

$$q = k(t_2 - t_1),$$

k étant une constante et q la quantité de chaleur créée en une seconde par les tissus vivants.

» On peut déterminer k par une seconde opération, en observant le refroidissement, de minute en minute, de l'appareil contenant les mêmes plantes tuées (par un excès d'anesthésique, par exemple). Si θ est la température au commencement de la minute et $\Delta\theta$ l'abaissement de tempéra-

ture en une minute, on a

$$M\Delta\theta = k\left(\frac{\theta - \Delta\theta}{2} - t_1\right) \times 60,$$

M étant la capacité calorifique de l'ensemble, quantité qui se détermine à la manière ordinaire.

» 2° *Résultats.* — Les expériences ont porté sur les espèces suivantes : Pois, Pois chiche, Maïs, Blé, Fève, Fèverolle, Ricin, Cresson, Cresson alénois, Lupin, Iris, *Richardia*, Seringa, Robinier. Les deux méthodes qui viennent d'être indiquées ont donné des résultats suffisamment concordants pour qu'on puisse énoncer les résultats qui suivent.

» Les quantités de chaleur dégagées dans le même temps par un même poids de tissus vivants sont très différentes suivant le développement d'un être ou d'un organe. Le nombre de calories produites passe, en général, par des maxima et des minima successifs. *Les maxima les plus importants sont ceux que l'on constate au début de la germination et au moment de la floraison.*

» On peut remarquer que ces deux périodes, pendant lesquelles le dégagement de chaleur est le plus intense, sont aussi celles où l'intensité de la respiration est le plus grande; mais il ne faudrait pas croire qu'il existe un rapport direct entre ces deux phénomènes.

» En effet, pour un certain nombre des expériences précédentes, l'acide carbonique produit par les êtres étudiés a été mesuré et, dans quelques cas, on a dosé aussi l'oxygène absorbé. En calculant le nombre de calories nécessaire pour former la quantité d'acide carbonique produit pendant l'expérience, et en comparant ce nombre à celui qu'on observe, on ne trouve jamais une coïncidence sensible. La quantité de chaleur dégagée ne correspond donc pas à celle que représenterait la combustion du carbone perdu par l'organisme, ainsi qu'on le croyait autrefois.

Pour les plantes citées plus haut, au début de la germination, on trouve que le nombre de calories dégagées est *plus grand* que celui que dégagerait la formation de l'acide carbonique produit. C'est ainsi qu'un kilogramme de pois germant, placés dans des conditions déterminées, émet par minute une quantité d'acide carbonique dont la formation dégage 4^{Cal} et l'on observe dans les mêmes conditions un dégagement réel de 12^{Cal} par minute. Ce dernier nombre est même plus grand que celui que dégagerait la combinaison avec le carbone de tout l'oxygène absorbé par la graine en germi-

nation pendant le même temps (7^{Cal} dans l'expérience citée). Au contraire, à la fin de la période germinative ou pour une branche feuillée adulte, c'est l'inverse que l'on constate. Il en est de même pour les fleurs écloses ou les fruits en voie de maturation, qui ont présenté, dans les cas étudiés, une quantité de chaleur dégagée toujours *plus petite* que celle que produirait la formation de l'acide carbonique émis.

» Or, lorsqu'on étudie les tissus vivants, on n'a pas affaire à des réactions chimiques simples et l'on ne mesure que la résultante de phénomènes complexes. Pour séparer ces phénomènes les uns des autres, il est nécessaire de faire des hypothèses. Les faits qui sont exposés dans cette Note viennent à l'appui de l'une des plus importantes hypothèses qui aient été formulées au sujet des réactions internes, à savoir : que les substances de réserve, non directement assimilables, se forment en général dans l'organisme avec absorption de chaleur, tandis que la transformation de ces substances de réserve en matériaux assimilables se fait en général avec dégagement de chaleur.

» En même temps que ces réactions, on peut considérer la production d'acide carbonique, dont la formation dégage un grand nombre de calories. Lorsque les tissus étudiés sont surtout au moment de la consommation d'une réserve déterminée, comme au début de la germination, la chaleur dégagée par la transformation des substances de réserve vient, si l'on peut s'exprimer ainsi, s'ajouter à celle que produit l'acide carbonique en se formant. Lorsque les tissus étudiés sont surtout au moment de la formation d'une réserve déterminée, comme pour les fruits en voie de maturation, la chaleur absorbée par la formation des substances de réserve vient au contraire se retrancher de la chaleur dégagée par la respiration, et l'on ne mesure que la différence entre ces deux quantités. »

MINÉRALOGIE. — *Sur une téphrite néphélinique de la vallée de la Jamma (royaume du Choa).* Note de M. A.-MICHEL LÉVY, présentée par M. Fouqué.

« M. Aubry, ingénieur civil des mines, a bien voulu me confier l'examen des roches volcaniques qu'il a recueillies au cours d'une mission en Abyssinie que lui a donnée le Ministère de l'Instruction publique.

» Parmi ces roches, de types très variés, l'une d'elles offre un intérêt spécial, à cause de la série lithologique à laquelle elle se rapporte. C'est une

téphrite néphélinique de passage aux phonolithes et provenant de la rive gauche de la Jamma, affluent de l'Abai ou Nil bleu (royaume du Choa). Elle paraît en dyke épais, intercalé dans les couches du jurassique moyen.

» A la loupe, la roche compacte présente une couleur grisâtre, une cassure finement saccharoïde. Elle est mouchetée de taches vertes et ne laisse distinguer que quelques petits cristaux d'orthose.

» Au microscope, les cristaux du premier temps de consolidation sont exclusivement composés par des débris assez rares d'orthose.

» Le deuxième temps de consolidation comprend des microlithes de néphéline, d'orthose, d'oligoclase et d'amphibole.

» La néphéline constitue de petits prismes hexagonaux aussi longs que larges, à un axe optique négatif, dont la biréfringence maximum atteint 0,005. Ils contiennent en inclusions quelques microlithes d'oligoclase et des pores à gaz rangés suivant les zones d'accroissement des cristaux. La néphéline constitue environ le cinquième en poids de la roche; les réactions microchimiques confirment sa détermination; elle est facilement attaquable aux acides, et ses solutions contiennent en abondance de la soude et de l'alumine, dont on met la présence en évidence par les procédés Boricky et Behrens.

» L'oligoclase en fins microlithes, allongés suivant pg^1, s'éteint suivant cette arête dans les sections de la zone d'allongement, qui est négative. Ces microlithes, parfois arborisés, rappellent ceux des porphyrites micacées.

» L'amphibole polychroïque dans les teintes vertes est très allongée suivant *mm*; elle se groupe en faisceaux grossièrement radiés qui constituent les taches vertes, visibles à l'œil nu, et forme, en outre, quelques cristaux décolorés par les actions secondaires.

» Enfin certaines parties de la roche sont injectées de quartz secondaire grenu, associé à des microlithes d'orthose qu'il pénètre et altère le plus souvent.

» Il est à rémarquer que les éléments constituant la téphrite de la Jamma ne se mélangent pas les uns aux autres d'une façon tout à fait homogène. Nous avons déjà signalé les mouchetures formées par les agrégats d'amphibole; en outre, certaines parties sont à peu près exclusivement constituées par la néphéline; certaines autres par les microlithes d'oligoclase; et d'autres enfin par les associations d'orthose et de quartz.

» La roche est dénuée de structure fluidale, et ses éléments de seconde consolidation ont dû se développer après épanchement, pendant une pé-

riode de repos qui a permis une sorte de liquation du magma fondu. C'est une téphrite passant au phonolithe. »

MINÉRALOGIE. — *Sur les roches basaltiques du comté d'Antrim (Irlande).* Note de M. A. LACROIX, présentée par M. Fouqué.

« Le nord-est de l'Irlande a été pendant la période tertiaire le siège de nombreuses éruptions volcaniques. D'après Judd et Hull, ces éruptions auraient débuté dans l'éocène par l'émission de roches trachytiques, pour se continuer dans le miocène par des roches basaltiques.

» J'ai eu l'occasion d'étudier ces dernières au cours d'un voyage effectué en août-septembre 1884. Les érosions ont fait disparaître les anciennes bouches volcaniques, et aujourd'hui le comté d'Antrim est recouvert par un vaste manteau basaltique; aussi est-ce sur la côte qu'il faut chercher les relations de la roche éruptive avec les terrains sédimentaires au milieu desquels elle s'est fait jour.

» La côte est constituée par des falaises crétacées que la mer ronge en leur donnant des formes bizarres et pittoresques. M. Barrois a fait voir dans sa thèse, « Recherches sur le terrain crétacé supérieur de l'Angleterre » et de l'Irlande », que les assises supérieures que l'on y rencontre correspondent à la craie à *Belemnitella macronata*.

Sur un grand nombre de points, on voit le basalte percer la craie, soit en grandes masses, soit en filons minces (Belfast), et se répandre ensuite à sa surface en nappes épaisses. Parfois, on trouve, entre le basalte et la craie, ou même entre deux coulées de basaltes, des lits d'argile noire avec des lignites (Chaussée des Géants) dont la flore est miocène. L'âge des éruptions est donc bien établi.

» Il m'a été possible de recueillir un grand nombre d'échantillons de craie au contact du basalte; la seule modification qu'elle ait subie est une cuisson plus ou moins complète.

» Le basalte se divise fréquemment en colonnes dont l'agglomération forme ces spectacles grandioses qui ont rendu célèbre la Chaussée des Géants.

» Au point de vue pétrographique, ces roches sont intéressantes à étudier; car elles présentent, dans un espace souvent très limité, les divers modes de structure qu'une roche volcanique peut présenter en cristallisant d'une façon plus ou moins rapide.

» Au microscope, le basalte prismatique apparaît comme formé par de très petits microlithes de feldspath labrador, de pyroxène et de fer oxydulé, avec de l'olivine de faible dimension. La roche renferme souvent de la matière amorphe.

» On y voit les traces du refroidissement rapide qui a donné naissance au retrait prismatique.

» La plupart des coulées massives possèdent une structure tout autre. La cristallinité de la roche est déjà manifeste à l'œil : on peut y distinguer aisément les plages de feldspath et de pyroxène.

» L'examen au microscope y fait voir, par ordre de cristallisation, les éléments suivants :

» I. Apatite, fer oxydulé, olivine.

» II. Labrador et pyroxène en plages ophitiques, fer oxydulé.

» III. Palagonite, hématite, produits chloriteux, zéolithes, etc.

» Cette roche est donc un basalte labradorique à structure ophitique. Elle est remarquablement belle, et, à ce point de vue, le comté d'Antrim mérite d'être cité désormais comme une des régions classiques de roches ophitiques tertiaires.

» Le fer oxydulé de première consolidation est en général peu abondant; l'olivine présente rarement de forme cristalline distincte, ce qui rend souvent son diagnostic difficile. Sa biréfringence maximum est

$$n_g - n_p = 0,0365.$$

Elle est fréquemment brisée et épigénisée par des produits ferrugineux colloïdes.

» Le feldspath labrador forme de grands microlithes allongés, suivant l'arête pg^1, possédant les extinctions caractéristiques de 30° de part et d'autre de la ligne de macle suivant la loi de l'albite. On y distingue des traînées d'inclusions vitreuses et des pores à gaz.

» Le pyroxène est brun violâtre en lumière naturelle ; ses plages, largement étalées, moulent les microlithes de labrador. Sa biréfringence maximum est

$$n_g - n_p = 0,0295;$$

les actions secondaires ont en général peu de prise sur lui; il perd fréquemment ses clivages, et il faut alors avoir recours à la biréfringence pour le distinguer de l'olivine. Les inclusions vitreuses et gazeuses sont moins

abondantes que dans le feldspath, mais il renferme la plus grande partie du fer oxydulé qu'il a englobé en cristallisant le dernier dans la roche.

» La matière amorphe est rare et manque souvent dans le basalte ophitique.

» Dans quelques localités (environ de Glenarm), le refroidissement de la roche a été plus lent encore. Chacun des éléments qui la constituent a cristallisé librement; le feldspath labrador n'est plus microlithique, mais forme de grandes plages irrégulières; la structure est devenue granitoïde, la roche est une dolérite labradorique à péridot. Ce n'est là du reste qu'un cas particulier, que je n'ai pu observer que deux fois.

» Toutes ces roches sont par places creusées de vacuoles qui ont été remplies par divers produits secondaires, dont les plus intéressants sont des zéolithes que l'on peut recueillir en grand nombre (mésotype, mésolite, scalésite, mésole, chabasie, gmélinite, apophyllite, etc.

» Andrews a signalé dans ces basaltes l'existence du fer natif. J'ai traité un assez grand nombre de plaques minces de la roche par une solution acide de sulfate de cuivre sans avoir jamais pu observer aucun dépôt de cuivre qui vint déceler la présence du fer métallique. »

ASTRONOMIE. — *Sur les décans égyptiens*. Note de M. **Omont**, présentée par M. Berthelot.

« Le numéro du 1[er] février des *Comptes rendus* (p. 242) contient un Rapport de M. Jules Oppert, sur un travail de M. Romieu intitulé *Essai sur les décans égyptiens*. M. Berthelot a bien voulu me signaler ce travail et appeler mon attention sur le fait que, suivant l'auteur, le manuscrit du Traité Περὶ καταρχῶν d'Héphestion, consulté au XVII[e] siècle par Saumaise à la Bibliothèque du Roi, ne serait plus aujourd'hui à la Bibliothèque nationale.

» Le texte grec de ce Traité d'Héphestion, encore inédit, n'est pas perdu; il en existe notamment des exemplaires à Florence, Venise, Vienne, etc. (¹), et le manuscrit consulté par Saumaise se trouve encore, avec deux autres copies du même Ouvrage, à la Bibliothèque nationale.

» *A. Grec* 2841. Parchemin, XIII[e] siècle, in-8°, fol. 35. Héphestion Περὶ καταρχῶν, en trois Livres. Le Livre III, qui commence au fol. 26 du ms., a été transposé à la reliure.

(¹) Fabricius, *Bibl. gr.* (éd. Harles), t. IV, p. 143.

Ce Volume, qui a appartenu au maréchal Pierre Strozzi, puis à Catherine de Médicis, est le même que celui que cite Fabricius, *Bibl. gr.* (ed. Harles), IV, 143.

» *B. Grec* 2417. Bombycin, XIIIe siècle, in-4°, fol. 39 v°. Autre exemplaire, de la bibliothèque de Henri II.

» *C. Grec* 2415. Papier, XVIe siècle, in-folio, fol. 1. Autre exemplaire. Le second Livre est incomplet, comme dans le ms. 2841. Autrefois ms. 1269 de la bibliothèque de Colbert.

» On me permettra de terminer par le relevé des variantes que m'ont fournies les trois manuscrits d'Héphestion de la Bibliothèque nationale, en les collationnant avec la liste des *décans égyptiens*, donnée par Saumaise (*De annis climatericis*, 1648, in-12, p. 610-613) :

» *Arietis,* 3. Ed. Σεκὲτ *ABC* Σικέτ.

» *Tauri,* 3. Ed. Ῥομβόμαρε, *A* Ῥομβρόμαρε, *B omis.*

» *Geminorum,* 3. Ed. Φουὸρ, *AC* Φούορι, *B* Φούωρι.

» *Cancri,* 3. Ed. Χνουμὶς, *B* Γνουμ.

» *Leonis,* 1 Ed. Χαρχνουμις, *B* Χαρχούμν.

» *Virginis,* 1 Ed. Τὼμ. II. Οὐεστευκατὶ. III. Ἀφοσὸ, *B,* fol. 45 v° : οἱ δὲ τρεῖς αὐτοῦ δεκανοὶ οἱ ἀπὸ Οὐωστεύκατι, ὁ δὲ δεύτερος, Ἀφοσὸ ὁ γ'.

» *Libræ,* 1. Ed. Σουχωὲ, *B* Σοῦχως.

» *Scorpii,* 1. Ed. Στωχνηνὲ, *B* Στοχνηυὲ. — 3. Ed. Σιεμὲ, *BC* Σισιεμὲ.

» *Sagittarii,* 3. Ed. Κομμὲ, *B* Κομὲ.

» *Aquarii,* 1. Ed. Πτιαὺ, *B* Πιαὺ. — 3. Ed. Πτηβυοὺ, *B* Τοπιβιού.

» *Piscium,* 1. Ed. Ἀβιοὺ, *B* Βιού. — 2. Ed. Χονταρὲ, *B* Χονταχρέ. — 3. Πτιβιοὺ, *B* Τασιβιού. »

M. **Cornillon** adresse une Note relative à l'époque du dernier maximum des taches solaires. D'après les observations et les calculs de l'auteur, si l'on compte par année, c'est 1883 qui présente le maximum de taches, avec une moyenne de 13, 8496 par jour. Si l'on compte par semestre, ce sera le semestre du 1er octobre 1883 au 31 mars 1884, qui donne la moyenne de 18,355 par jour. Par trimestre, ce sera le dernier trimestre de 1883, avec 1883, avec 18, 507 par jour en moyenne. Par mois enfin, ce sera juillet 1883, avec une moyenne de 20, 965 par jour.

M. **Guyot-Daubès** adresse, par l'entremise de M. Faye, une Note relative à des déformations singulières du disque solaire, observées au soleil couchant, le 9 février 1886.

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Mécanique, par l'organe de M. Phillips, présente la liste suivante de candidats à la place devenue vacante par le décès de M. *Tresca :*

En première ligne	M. MARCEL DEPREZ.
En seconde ligne (ex æquo) *et par ordre alphabétique*	M. KRETZ. M. LÉAUTÉ. M. SARRAU.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 22 FÉVRIER 1886.

Mémoires de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux; 3e série, t. I; t. II, 1er cahier, Paris, Gauthier-Villars, Bordeaux, Duthu, 1884-1885; 2 vol. in-8°.

Paléontologie française ou description des fossiles de la France. Terrain jurassique; livr. 80 : *Crinoïdes; par* M. DE LORIOL. Paris, G. Masson, 1886; (Présenté par M. Hébert.)

Echinides fossiles de l'Algérie; par MM. COTTEAU, PERON et GAUTHIER; IXe fascicule : *Étage éocène*, Paris, G. Masson, 1886; in-8°. (Présenté par M. A. Milne-Edwards.)

Commission météorologique de la Gironde. Observations pluviométriques et thermométriques faites dans le département de la Gironde de juin 1883 *à mai* 1885. *Notes de* M. RAYET. *Rapports sur les orages de* 1883 *et* 1884; *par* M. LESPIAULT. Bordeaux, Gounouilhou, 1884-1885; 2 opuscules in-8°.

Guide de Physique pratique; par F. COHLRAUSCH, traduit par J. THOULET

et H. Lagarde. Paris, Vve Dunod, 1886; in-8°. (Présenté par M. Berthelot.)

L'année électrique; par Ph. Delahaye; 2e année. Paris, Baudry et Cie, 1886; in-12.

Notice sur le terrain dévonien moyen de la Belgique. — Note sur le terrain inférieur de la Belgique. — Sur les calcaires frasniens d'origine corallienne, etc.; par E. Dupont. Bruxelles, F. Hayez, 1885; 3 br. in-8°.

Jean Dominique Larrey. *Ein Lebensbild aus der Geschichte der Chirurgie. Nach seinen Memoiren entworfen; von* D. Med. H. Werner. Stuttgart, Ferdinand Enke, 1885; in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Scientific results of the second Yarkand mission; based upon the collections and notes of the late Ferdinand Stoliczka: Araneidea; by the Rev. O.-P. Cambridge. Calcutta, 1885; in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 1er MARS 1886.

PRÉSIDENCE DE M. JURIEN DE LA GRAVIÈRE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

THÉRAPEUTIQUE. — *Résultats de l'application de la méthode pour prévenir la rage après morsure;* par M. Louis Pasteur.

« Le 26 octobre dernier, j'ai fait connaître à l'Académie une méthode pour prévenir la rage après morsure et les détails de son application à un jeune Alsacien, Joseph Meister, mordu gravement le 4 juillet précédent. Le chien était manifestement enragé, et une enquête récente, faite par les autorités allemandes, a de nouveau démontré que ce chien était en plein accès de rage au moment où il a mordu Meister. La santé de cet enfant est toujours parfaite. La morsure remonte à huit mois environ.

» Au moment même de la lecture de ma Note du 26 octobre, j'avais en traitement le jeune berger Jupille, mordu, autant et plus grièvement peut-être que Meister, le 14 octobre. La santé de Jupille ne laisse également rien à désirer. Sa morsure remonte à quatre mois et demi.

» A peine ces deux premières tentatives heureuses étaient-elles connues qu'un grand nombre de personnes, mordues par des chiens enragés, réclamèrent le traitement qui avait servi pour Meister et Jupille. Ce matin

même, — ceci est écrit le jeudi 25 février — avec le Dr Grancher, dont le dévouement et le zèle sont au-dessus de tout éloge, nous avons commencé les inoculations préventives du 350e malade.

» Bien que mon laboratoire, consacré depuis plus de cinq années à l'étude de la rage, ait été un centre d'informations en tout ce qui concerne cette maladie, j'ai partagé, je l'avoue, la surprise générale en constatant un chiffre aussi élevé de personnes mordues par des chiens enragés. Cette ignorance tenait à plus d'une cause.

» Aussi longtemps que la rage a été jugée incurable, on cherchait à éloigner de l'esprit des malades le nom même de cette maladie. Une personne était-elle mordue, chacun déclarait qu'elle l'avait été par un chien non enragé, quoique le rapport du vétérinaire ou du médecin affirmât le contraire, et le plus grand silence était recommandé sur l'accident. Au désir de ne pas effrayer la personne en danger, ses proches ajoutaient la peur de lui nuire. N'a-t-on pas été quelquefois jusqu'à refuser tout travail à des ouvriers qu'on savait avoir été mordus par un chien enragé? On se persuadait facilement qu'une personne mordue pourrait tout à coup devenir dangereuse, ce qui heureusement n'arrive pas. L'homme enragé n'est à craindre que dans la période des derniers accès du mal.

» Afin de bien convaincre les personnes prévenues, même celles qui pourraient être hostiles, j'ai pris la précaution de dresser des statistiques très sévères. J'ai eu soin d'exiger des certificats constatant l'état rabique du chien, certificats délivrés par des vétérinaires autorisés ou par des médecins. Cependant je n'ai pu me soustraire, dans quelques cas très rares, à l'obligation de traiter des personnes mordues par des chiens suspects de rage qui avaient disparu, parce que ces personnes, outre le danger possible de leurs morsures, vivaient sous l'empire de craintes capables d'altérer leur santé si nous leur avions refusé notre intervention.

» Je n'ai pas voulu traiter des personnes mordues dont les vêtements n'avaient pas été visiblement troués ou lacérés par les crocs de l'animal. Il est bien évident que, dans ce cas, nul danger n'est à craindre, parce que le virus n'a pu pénétrer dans les chairs, alors même qu'il puisse en résulter une plaie contuse, profonde et même saignante. Dans un certain nombre de cas suspects, l'état rabique du chien a été établi dans mon laboratoire même, à la suite d'inoculations à des lapins ou à des cobayes de la matière nerveuse prise sur le cadavre de l'animal.

» Je voudrais donner ici une idée assez exacte de la physionomie du traitement et de la nature des morsures, en citant dans leur ordre chrono-

logique une des séries de personnes soumises au traitement. Comme il serait fastidieux d'énumérer les détails relatifs à 350 personnes, je choisirai plus particulièrement parmi les cent premières mordues et traitées. Celles-ci occupent l'intervalle de temps écoulé du 1er novembre au 15 décembre.

» Leur intérêt est très particulier. Elles se trouvent dès à présent en dehors de la période vraiment dangereuse.

» Si j'ouvre mon registre au chapitre de cette première centaine, je trouve dans un intervalle de dix jours la variété des cas suivants. Ils donneront à l'Académie l'idée d'un des défilés quotidiens qui se présentent au laboratoire chaque matin :

» *Étienne Roumier*, 48 ans, de la commune d'Ourouëre (Nièvre), mordu aux deux mains, le 4 novembre 1885, par un chien reconnu enragé, par M. Moreau vétérinaire. Aucune cautérisation ni pansement quelconque pendant vingt-quatre heures.

» *Chapot*, âgé de 43 ans et sa fille âgée de 14 ans, habitant Lyon, tous deux mordus à la main gauche, le 6 novembre 1885, la jeune fille bien plus gravement que son père. Les blessures ont été lavées à l'alcali volatil par un pharmacien. Chien reconnu rabique par l'École vétérinaire de Lyon.

» *François St-Martin*, âgé de 10 ans, de Tarbes, mordu au pouce droit, le vendredi 7 novembre, lavé à l'ammoniaque par un pharmacien. Chien reconnu enragé par M. Dupont, chef du service sanitaire des épizooties.

» *Marguerite Luzier*, âgée de 13 ans, de Fongrave (Haute-Garonne), mordue à la jambe par un chat enragé, le 11 novembre 1885. Cautérisation à l'acide phénique. L'étendue des morsures oblige de placer cette enfant à l'hôpital des enfants à cause des soins chirurgicaux que réclame son état.

» *Corbillon*, âgé de 27 ans, habitant La Neuville, près Clermont (Oise), mordu le 12 novembre 1885. Chien reconnu enragé par M. Chantareau, vétérinaire à Clermont. Cautérisé au fer rouge huit heures après l'accident.

» *Bouchet*, âgé de 5 ans et demi, habitant à la septième écluse du canal de Saint-Denis, mordu le 12 novembre à la main gauche et à la cuisse gauche. Vêtement de la cuisse déchiré. Chien reconnu enragé par M. Coret, vétérinaire à Aubervilliers. Cautérisé au fer rouge trois quarts d'heure après l'accident, par le Dr Dumontel.

» *Mme Delcroix*, de Lille (Nord), mordue le 6 novembre au pied droit, cautérisée au fer rouge neuf heures après l'accident. Chien reconnu enragé par M. Frélier, vétérinaire à Lille.

» *Plantin*, habitant Étrung (Nord), mordu au commencement de novembre 1885 à la main droite; cautérisé quarante-huit heures après l'accident. Chien reconnu enragé par M. Éloire, vétérinaire à La Capelle (Aisne).

» *Jeanne Pazat*, âgée de 7 ans, de Mareuil (Dordogne), mordue le 12 novembre par un chien reconnu enragé par le Dr de Pindray. Ne s'est présentée que quarante-huit heures après l'accident au Dr de Pindray, qui a jugé, avec raison, qu'il n'y avait pas à pratiquer la cautérisation.

» Mme *Achard*, de Saint-Étienne, mordue le 9 novembre au pied droit et le 12 novembre par le même chien à la main droite. Chien reconnu enragé par M. Charloy, vétérinaire à Saint-Étienne. Pas de cautérisation.

» Mme *Alphonsine Legrand*, de la commune de Baune, dans le département de l'Aisne. Mordue au menton le 6 novembre 1885. Chien reconnu enragé par M. Decarme, vétérinaire à Château-Thierry. Pas de cautérisation.

» *Antoine Cattier*, âgé de 43 ans, habitant 12, rue Hospitalière Saint-Gervais, à Paris, mordu à la main le 16 novembre. Cautérisé au fer rouge, seulement vingt heures après l'accident. Chien reconnu enragé par son maître; voix rabique caractéristique, refusant toute nourriture, mordillant et avalant du bois et autres objets.

» A Saint-Ouen, près Paris, sont mordus, le 15 novembre 1885, *Ternat, sa femme*, Mme *Delzors* et Mme *Dalibard*, tous quatre par un chien reconnu enragé de son vivant et après sa mort par le vétérinaire Sanfourche, de Saint-Ouen. Cautérisations insignifiantes ou tardives.

» Dr *John Hughes*, d'Oswestry (Angleterre), mordu le 13 novembre 1885. Deux blessures fortes à la lèvre inférieure. Aucune cautérisation. Chien reconnu enragé par le Docteur lui-même.

» *Veuve Faure*, du village de l'Alma, en Algérie, mordue à la jambe, le 1er septembre 1885 : vêtements déchirés par le même chien qui a mordu les quatre enfants dits *d'Algérie*, dont un est mort à l'hôpital de Mustapha, à Alger, deux mois après sa morsure. Description très soignée des symptômes rabiques chez cette enfant, par le Dr Moreau, d'Alger. Le traitement préventif a été appliqué aux trois autres au milieu de novembre.

» Mme *Gréteau*, de Bordeaux, mordue le 14 novembre à l'annulaire droit par deux morsures, l'une dans la pulpe de l'extrémité, l'autre dans l'ongle qui fut coupé vers son milieu. Chien reconnu enragé par le Dr Douand. Lavage des plaies à l'ammoniaque et cautérisation légère.

» *Voisenet* (*Noël*), de Semur (Côte-d'Or), 50 ans; mordu le 16 novembre

aux deux jambes par une chienne reconnue enragée par M. Colas, vétérinaire. Cautérisation au fer rouge quatre heures seulement après l'accident.

» *Guichon*, de Bordeaux, 67 ans ; mordu le 15 novembre à la main gauche par le chien qui a mordu Mme Gréteau dont il est parlé ci-dessus.

» *Halfacre* (*Walter*), de Londres, 28 ans; mordu à la main le 15 novembre, envoyé par le Dr Sir James Paget. Pas de cautérisation sérieuse. Le frère d'Halfacre mourut de la rage, il y a cinq ans, à la suite d'une morsure à laquelle on n'avait donné aucune attention, tant elle avait paru insignifiante.

» *Calmeau*, de Vassy-lez-Avallon, mordu dans la nuit du 15 au 16 novembre, au ventre, à la cuisse, au genou, vêtements et chemise en lambeaux. Pas de cautérisation quelconque. Chienne reconnue enragée par le vétérinaire de Semur, M. Colas. C'est la même chienne qui a mordu Voisenet (Noël) dont il est question ci-dessus.

Lorda (Jean), âgé de 36 ans, demeurant à Lasse (Basses-Pyrénées). L'observation de ce sujet est des plus intéressantes. Mordu le 25 octobre 1885, Lorda n'est arrivé à mon laboratoire que le 21 novembre, le vingt-septième jour après sa morsure. Le jour où il fut mordu, sept porcs et deux vaches le furent également et par le même chien. Or les neuf animaux sont morts de la rage, les porcs après une courte durée d'incubation de quinze jours à trois semaines. C'est après la mort par rage de ces porcs que Lorda, effrayé, partit pour Paris. La première vache mourut trente-quatre jours après sa morsure; la seconde, cinquante-deux jours après. Je dois le détail de ces faits si curieux à M. Inda, vétérinaire habile de Saint-Palais. Une observation de son Rapport ne doit pas être omise : c'est qu'aussitôt après leurs morsures, les vaches avaient été cautérisées profondément au fer rouge, ce détail est souligné par M. Inda. J'ai eu des preuves assez nombreuses de l'inefficacité des cautérisations, dans certains cas, de celles mêmes faites au fer rouge et sans retard. La santé de Lorda est toujours parfaite. Son traitement a été terminé le 28 novembre dernier.

» Telle est l'énumération, dans l'ordre chronologique de leur arrivée à mon laboratoire, de vingt-cinq personnes mordues comprises dans une période de dix jours. Toutes les autres périodes de dix jours offrent une énumération dont le récit n'apprendrait rien de plus que celle-ci, quoique, dans chacune d'elles, on puisse rencontrer un ou plusieurs cas de morsures non moins intéressants que celui de Lorda. Afin d'abréger, je ne citerai qu'un seul de ces cas, et je le choisis de préférence à d'autres parce

qu'il m'a causé de vives craintes. Il est relatif à un jeune garçon de huit ans, nommé Jullion, habitant Charonne, rue de Vignolles, nº 6, mordu le 30 novembre. Cet enfant, voyant le chien venir à lui, se mit à crier. A ce moment la mâchoire inférieure du chien entre dans la bouche ouverte de l'enfant. Un croc coupe la lèvre supérieure et pénètre profondément au fond du palais, tandis qu'un des crocs de la mâchoire supérieure, restée hors de la bouche de l'enfant, pénétrait entre l'œil droit et le nez. Aucune cautérisation n'était possible. Le chien qui a mordu Jullion a été reconnu enragé par M. Guillemard, vétérinaire, rue de Citeaux, 37, à Paris.

» Je pourrais extraire de la série des personnes traitées beaucoup d'autres cas de morsures au visage et à la tête sans cautérisation quelconque.

» Pour une seule personne, le traitement a été inefficace; elle a succombé à la rage, après avoir subi ce traitement. C'est la jeune Louise Pelletier. Cette enfant, âgée de dix ans, mordue le 3 octobre 1885 à la Varenne-Saint-Hilaire, par un gros chien de montagne, m'a été amenée le 9 novembre suivant, le trente-septième jour seulement après ses blessures, blessures profondes au creux de l'aisselle et à la tête. La morsure à la tête avait été si grave et d'une si grande étendue, que, malgré des soins médicaux continus, elle était très purulente et sanguinolente, le 9 novembre. Elle avait une étendue de $0^m,12$ à $0^m,15$ et le cuir chevelu se soulevait encore en un endroit. Cette plaie m'inspira de cruelles inquiétudes. Je priai le Dr Vulpian de venir en constater l'état. J'aurais dû, dans l'intérêt scientifique de la méthode, refuser de soigner cette enfant arrivée si tard, dans des conditions exceptionnellement graves; mais, par un sentiment d'humanité et en face des angoisses des parents, je me serais reproché de ne pas tout tenter.

» Des symptômes avant-coureurs de l'hydrophobie se manifestèrent le 27 novembre, onze jours seulement après la fin du traitement. Ils devinrent plus manifestes le 1er décembre au matin. La mort survint, avec les symptômes rabiques les plus accusés, dans la soirée du 3 décembre.

» Une grave question se présentait. Quel virus rabique avait amené la mort? Celui de la morsure du chien ou celui des inoculations préventives? Il me fut facile de le déterminer. Vingt-quatre heures après la mort de Louise Pelletier, avec l'autorisation de ses parents et du Préfet de police, le crâne fut trépané dans la région de la blessure, et une petite quantité de la matière cérébrale fut aspirée, puis inoculée par la méthode de la trépanation à deux lapins. Ces deux lapins furent pris de rage paralytique dix-

huit jours après, et tous les deux au même moment. Après la mort de ces lapins, leur moelle allongée fut inoculée à de nouveaux lapins, qui prirent la rage après une durée d'incubation de quinze jours. Ces résultats expérimentaux suffisent pour démontrer que le virus qui a fait mourir la jeune Pelletier était le virus du chien par lequel elle avait été mordue. Si la mort avait été due aux effets du virus des inoculations préventives, la durée de l'inoculation de la rage à la suite de cette seconde inoculation à des lapins aurait été de sept jours, au plus. Cela résulte des explications de ma précédente Note à l'Académie.

» Si le traitement préventif n'a jamais amené de résultats fâcheux, dans 350 cas, pas un phlegmon, pas un abcès, un peu de rougeur œdémateuse seulement à la suite des dernières inoculations, peut-on dire qu'il a été réellement efficace pour prévenir la rage après morsure? Pour le très grand nombre de personnes déjà traitées, l'une depuis huit mois (Joseph Meister), la seconde, depuis plus de quatre mois (Jean-Baptiste Jupille), et pour la plupart des 350 autres, on peut affirmer que la nouvelle méthode a fait ses preuves.

» Son efficacité peut se déduire surtout de la connaissance des moyennes des cas de rage après morsure rabique. Les Ouvrages de médecine humaine et de médecine vétérinaire fournissent, à cet égard, des indications peu concordantes, ce qui se comprend aisément si l'on se reporte à ce que je disais tout à l'heure, du silence gardé très souvent par les familles et par les médecins sur l'existence des morsures par chiens enragés, et même sur la nature de la mort, désignée, parfois sciemment, sous le nom de *méningite,* quand on sait bien qu'elle est due à la rage.

» On comprendra mieux la difficulté d'établir de bonnes statistiques par le fait suivant : le 14 juillet 1885, cinq personnes ont été mordues successivement par un chien enragé, sur la route de Pantin. Toutes ces personnes sont mortes de la rage. M. le Dr Dujardin-Beaumetz a fait connaître au Conseil de salubrité de la Seine, par ordre de M. le Préfet de Police, les noms, les circonstances des morsures et de la mort de ces cinq personnes. Qu'une telle série entre dans une statistique, la proportion des morts aux cas de morsure s'élèvera. Elle serait diminuée par une série semblable où, au contraire, sur cinq personnes mordues, il n'y aurait pas eu une seule mort.

» J'aurais plus de confiance dans les statistiques suivantes : M. Leblanc, savant vétérinaire, Membre de l'Académie de Médecine, qui a longtemps dirigé le service sanitaire de la Préfecture de Police de la Seine, a eu

l'obligeance de me remettre un document précieux sur le sujet dont je parle. C'est un relevé officiel fait par lui-même sur les Rapports des Commissaires de police, ou d'après des renseignements de vétérinaires dirigeant des hôpitaux de chiens. Ce document comprend six années. Il porte :

» Qu'en 1878, dans le département de la Seine, sur 103 personnes mordues, il y a eu 24 morts par rage;

» Qu'en 1879, sur 76 personnes mordues, il y a eu 12 morts par rage;

» Qu'en 1880, sur 68 personnes mordues, il y a eu 5 morts par rage;

» Qu'en 1881, sur 156 personnes mordues, il y a eu 23 morts par rage;

» Qu'en 1882, sur 67 personnes mordues, il y a eu 11 morts par rage;

» Enfin, qu'en 1883, sur 45 personnes mordues, il y a eu 6 morts par rage.

» Les nombres qui précèdent donnent, en moyenne, 1 mort par rage sur 6 mordus environ.

» Mais, pour apprécier l'efficacité de la méthode de la prophylaxie de la rage, il reste une seconde question non moins capitale que celle de la moyenne des cas de morts par rage à la suite des morsures rabiques. C'est la question de savoir si nous sommes suffisamment éloignés de l'instant des morsures chez les personnes déjà traitées pour ne plus craindre qu'elles prennent la rage. En d'autres termes, dans quel délai la rage après morsure rabique fait-elle explosion?

» Les statistiques établissent que c'est surtout dans les deux mois, c'est-à-dire dans les quarante à soixante jours, qui suivent les morsures, que la rage se manifeste. Or, sur les personnes de tout âge et de tout sexe déjà traitées par la nouvelle méthode, 100 ont été mordues avant le 15 décembre, c'est-à-dire depuis plus de deux mois et demi. La seconde centaine a plus de six semaines et deux mois de morsure. Pour les 150 autres personnes traitées ou en traitement tout se passe jusqu'à présent comme pour les 200 premières.

» On voit, en s'appuyant sur les statistiques les plus rigoureuses, quel nombre élevé de personnes ont été déjà soustraites à la mort.

» La prophylaxie de la rage après morsure est fondée.

» Il y a lieu de créer un établissement vaccinal contre la rage.

M. le **Président** se lève et adresse à M. Pasteur les paroles suivantes :

« Mon cher et éminent Confrère,

» Je tromperais certainement l'attente de l'Académie, si je ne vous transmettais pas ses remerciements. Vous avez bien raison de nous associer à vos glorieuses et pacifiques conquêtes, car nous en sommes plus fiers que vous ne consentirez jamais à l'être vous-même. Je n'en dirai pas davantage : si je me laissais aller à exprimer toute l'admiration, toute la reconnaissance que nous inspirent vos travaux, on pourrait croire que je veux m'attribuer le droit de parler, non plus au nom de l'Académie, mais au nom de l'humanité tout entière. »

Remarques de M. **Vulpian**, *à propos de la Communication de* M. Pasteur.

« Lorsque M. Pasteur fit devant l'Académie sa première Communication sur le traitement préventif de la rage, je crus pouvoir dire que, d'après ce que j'avais vu dans le Laboratoire de l'École Normale, ce traitement me paraissait devoir réussir à coup sûr, toutes les fois qu'il serait mis en pratique dans toute sa teneur et peu de temps après la morsure. Ce que je disais alors s'est pleinement réalisé, ainsi que l'Académie vient de l'apprendre de la bouche même de M. Pasteur. Le traitement préventif de la rage est donc d'une efficacité certaine, et notre illustre Confrère vient d'ajouter un titre de plus à ceux qu'il s'est déjà acquis à la reconnaissance universelle. Je ne puis pas oublier que je parle devant lui : dans ces conditions, il m'est impossible de dire tout ce que je pense de ses admirables découvertes.

» Je prends la parole, surtout pour demander à M. Pasteur quelques éclaircissements sur la dernière phrase de sa Communication. Il nous a parlé de la fondation d'un établissement de vaccine contre la rage. Cette fondation est-elle décidée? C'est une création qui s'impose. Maintenant que le traitement préventif de M. Pasteur a fait ses preuves, de façon à dissiper tous les doutes, le nombre des personnes qui viendront de tous les points de la France et de l'étranger se faire soigner à Paris va s'accroître notablement. Il est nécessaire, et il en sera ainsi pendant longtemps encore, que ce traitement soit fait à Paris, sous la surveillance de notre Confrère. Or, il est impossible que les choses restent en l'état où elles sont actuellement, c'est-à-dire que M. Pasteur soit obligé, pour tous les indi-

gents, de s'occuper de leur assurer des moyens d'existence pendant la durée du traitement; il faut que le Laboratoire de l'École Normale ne soit pas encombré chaque jour par les nombreuses personnes mordues, qui viennent se faire vacciner contre la rage, etc. On ne remédiera à cet état de choses qu'en créant un établissement spécial, à proximité du local où seront préparés les agents préservatifs. M. Pasteur pourrait-il nous dire s'il existe des projets relatifs à l'institution si urgente d'un établissement de ce genre?

Réponse de M. **Pasteur.**

« Je m'empresse de remercier M. le Président et notre Confrère M. Vulpian de leurs appréciations si indulgentes et de l'occasion qu'ils veulent bien m'offrir, de dire ce que je pense d'un établissement vaccinal contre la rage. Au début de l'application de la méthode, je pensais qu'il serait indispensable de subir les inoculations préventives très peu de temps après les morsures. Lorsque le maire de Villers-Farlay (Jura) me pria d'appliquer au courageux berger Jupille le traitement qu'on pouvait déjà considérer avoir réussi pour Meister, je lui répondis qu'entre les deux sujets existait une différence essentielle, dont je ne pouvais prévoir l'influence sur le résultat du traitement. Pour Meister, soixante heures seulement s'étaient écoulées entre l'instant des morsures et le traitement; pour Jupille, au contraire, six jours pleins; je rappelle cette circonstance, afin de montrer ce que je pensais, au début des inoculations préventives.

» Depuis ces deux premiers inoculés, d'après les conseils des Drs Vulpian et Grancher, comprenant bien que je ne pouvais exclure personne, il m'est arrivé de traiter une foule de mordus, après un long intervalle de temps. Or, jusqu'à présent, en laissant de côté le malheur arrivé à la petite Louise Pelletier, aucun accident ne s'est produit. Il semble que le traitement puisse être efficace à quelque moment qu'il intervienne, tant que les symptômes aigus de la rage n'ont pas éclaté.

» Il est donc certain que, pour la France, un seul établissement peut suffire. J'ajoute que je ne suis pas moins convaincu que l'établissement de Paris pourrait recevoir, en temps utile, toutes les personnes qui auraient été mordues en Europe. Nous avons reçu nombre de malades venant de la Russie, de l'Angleterre, de l'Allemagne, de la Hongrie, de l'Italie, de l'Espagne, beaucoup même de l'Amérique du Nord. Pour l'Amérique du Sud, le Chili, le Brésil, l'Australie..., il faudra évidemment former, dans

l'établissement de Paris, de jeunes savants qui iront porter la méthode dans ces lointains pays. On pourrait faire de même assurément pour les diverses contrées d'Europe, mais je répète que cela n'est point nécessaire. La garantie du succès des opérations sera, en outre, d'autant plus grande qu'il y aura moins d'opérateurs. Quant à la dépense de voyage et de séjour des indigents jusqu'à Paris, elle sera toujours plus faible que celle des sommes engagées dans un établissement dont le personnel, nécessairement très choisi, coûtera fort cher, surtout si l'on considère la continuité obligée du travail et la responsabilité encourue.

» Dans ces diverses occurrences, faut-il réclamer le concours de l'État ou de la Ville de Paris, pour une installation complète? Je ne le pense pas, excepté peut-être pour une concession de terrains ou une indemnité annuelle. Dans tous les cas, l'établissement de Paris sera, au début et pour quelques années, un établissement international, et il est juste peut-être que les étrangers participent aux frais de l'établissement français.

» Déjà une somme de 6000fr et une autre somme de 40 000fr m'ont été adressées par M. Boinod, exécuteur testamentaire de Mme Dagnan, et par M. le comte de Laubespin. Je leur offre ici l'hommage public de ma gratitude.

» Le Gouvernement, dont l'Académie a le bonheur de posséder le plus éminent de ses représentants, voudra sans doute prêter son appui moral à la souscription dont je parle, dont le succès serait dès lors tout à fait assuré. »

M. DE FREYCINET demande la parole, et s'exprime comme il suit :

« MONSIEUR LE PRÉSIDENT,

» Je ne crois pas trop m'avancer en donnant à l'Académie l'assurance que le Gouvernement s'associera avec empressement à l'œuvre si grandiose et si humaine que poursuit M. Pasteur. »

M. BERTRAND propose qu'une Commission soit chargée d'aviser aux mesures à prendre pour hâter, autant que possible, la réalisation des vœux exprimés par M. Vulpian et par M. Pasteur.

Cette Commission se composera de MM. Gosselin, Vulpian, Marey, P. Bert, Richet, Charcot, Jurien de la Gravière, Bertrand, de Freycinet.

MÉCANIQUE. — *Formules directes pour le calcul des moments de flexion dans les poutres continues de section constante ou variable.* Note de M. MAURICE LÉVY.

« Je considère une poutre continue de section et d'élasticité constantes ou variables, posée sur appuis de niveau ou non, chacun des appuis extrêmes pouvant être simple ou encastré. La poutre est soumise à des charges verticales quelconques, et je me propose de donner des formules directes pour le calcul des moments de flexion, sans qu'on ait, dans chaque cas, à résoudre un plus ou moins grand nombre d'équations simultanées.

» J'ai développé ces formules, du moins en ce qui concerne les poutres de section constante, dans mon enseignement de l'École Centrale, et je les ai appliquées aux cas usuels de la pratique. Je me bornerai ici à les démontrer d'une manière générale.

» Soient

$A_0, A_1, A_2, \ldots, A_i, \ldots, A_n$ les appuis supposés au nombre de $n+1$ dans l'ordre où on les rencontre lorsqu'on parcourt la poutre de gauche à droite;

$l_i = A_{i-1}A_i$ la longueur de la travée n° i;

M_i le moment de flexion sur l'appui A_i;

y_i son ordonnée supposée donnée, comptée à partir d'une horizontale quelconque, positivement de bas en haut;

M le moment de flexion en un point quelconque de la poutre;

μ le moment de flexion qui se produirait en ce point, si la travée dont il fait partie existait seule, posée sur appuis simples, en sorte que μ est une fonction connue de l'abscisse de ce point, pour chaque système de charges.

» Nous compterons, dans chaque travée, les abscisses x à partir de l'appui gauche de cette travée.

» Soient E et I le coefficient d'élasticité et le moment d'inertie dans une section quelconque; E_0, I_0 étant deux quantités arbitrairement choisies respectivement homogènes à E et I; posons $EI = kE_0I_0$, en sorte que k soit une fonction de x *purement numérique,* qu'on pourra supposer égale à l'unité si la poutre est de section et d'élasticité constantes.

» La formule fondamentale des poutres droites $\frac{d^2y}{dx^2} = \frac{M}{E_0 I_0 k}$ donne pour l'ordonnée y de la fibre moyenne déformée, dans la travée n° i

$$y = \frac{y_{i-1}(l_i - x) + y_i x}{l_i} + \frac{1}{E_0 I_0}\left[\left(1 - \frac{x}{l_i}\right)\int_0^x \frac{Mx\,dx}{k} + \frac{x}{l_i}\int_x^{l_i} \frac{M(l_i - x)}{k}\,dx\right];$$

d'où, pour l'inclinaison de la tangente,

$$(1) \qquad \frac{dy}{dx} = \frac{y_i - y_{i-1}}{l_i} + \frac{1}{l_i E_0 I_0}\left[\int_x^{l_i} \frac{M(l_i - x)\,dx}{k} - \frac{1}{l_i}\int_0^x \frac{Mx\,dx}{k}\right].$$

» Pour $x = l_i$, on aura cette inclinaison sur l'appui A_i.

» Si, dans la formule (1), on change l'indice i en $i+1$ et qu'on y fasse $x = 0$, on aura une seconde expression de la valeur de $\frac{dy}{dx}$ sur l'appui A_i.

» Égalant ces deux expressions, on a cette formule qui renferme toute la théorie des poutres continues

$$(2) \quad \frac{1}{l_i}\int_0^{l_i} \frac{Mx}{k}\,dx + \frac{1}{l_{i+1}}\int_0^{l_{i+1}} \frac{M(l_{i+1} - x)}{k}\,dx = E_0 I_0\left(\frac{y_i - y_{i-1}}{l_i} + \frac{y_i - y_{i+1}}{l_{i+1}}\right).$$

» Cela posé, soit F_i un point arbitrairement choisi dans la travée n° i. Désignons par u_i et $v_i = l_i - u_i$ ses distances aux appuis de gauche et de droite de sa travée; par $\mathfrak{M}_i$ le moment de flexion en ce point; par μ_i la valeur qu'y prend la fonction connue μ.

» Soit F_{i+1} un autre point aussi arbitrairement choisi dans la travée n° $i+1$ et désignons en ce point par u_{i+1}, v_{i+1}, $\mathfrak{M}_{i+1}$, μ_{i+1} les quantités analogues à celles qui viennent d'être définies pour le point F_i.

» L'équation (2) fournit une relation linéaire entre les moments $\mathfrak{M}_i$, $\mathfrak{M}_{i+1}$ aux deux points F_i, F_{i+1} et le moment M_i sur l'appui A_i qui sépare les travées qui les contiennent.

» En effet, le moment de flexion M a pour expression en un point quelconque de la travée n° i

$$M = \mu + (\mathfrak{M}_i - \mu_i)\frac{l_i - x}{v_i} + M_i \frac{x - u_i}{v_i},$$

et dans la travée n° $i+1$,

$$M = \mu + (\mathfrak{M}_{i+1} - \mu_{i+1})\frac{x}{u_{i+1}} - M_i \frac{x - u_{i+1}}{u_{i+1}}.$$

» Portant la première de ces expressions dans le premier terme de (2),

la seconde dans le second, il vient

$$(3)\quad \begin{cases} \dfrac{l_i'^2}{v_i}(\mathfrak{M}_i - \mu_i) + \dfrac{l_{i+1}'^2}{u_{i+1}}(\mathfrak{M}_{i+1} - \mu_{i+1}) \\ \qquad + \left[-\dfrac{l_i'^2}{v_i} - \dfrac{l_{i+1}'^2}{u_{i+1}} + 3(\lambda_i + \lambda'_{i+1})\right]\mathrm{M}_i = \mathrm{H}_i, \end{cases}$$

en posant, pour abréger,

$$(4)\quad \begin{cases} \dfrac{1}{l_i}\displaystyle\int_0^{l_i} \dfrac{x(l_i - x)}{k}\,dx = \dfrac{1}{6}\,l_i'^2, \\ \dfrac{1}{l_i}\displaystyle\int_0^{l_i} \dfrac{x\,dx}{k} = \dfrac{1}{2}\,\lambda_i, \\ \dfrac{1}{l_i}\displaystyle\int_0^{l_i} \dfrac{l_i - x}{k}\,dx = \dfrac{1}{2}\,\lambda'_i, \end{cases}$$

$$(5)\quad \begin{cases} -\dfrac{6}{l_i}\displaystyle\int_0^{l_i} \dfrac{\mu x}{k}\,dx - \dfrac{6}{l_{i+1}}\int_0^{l_i} \dfrac{\mu(l_{i+1} - x)}{k}\,dx \\ \qquad - \mathrm{E}_0\mathrm{I}_0\left(\dfrac{y_i - y_{i-1}}{l_i} + \dfrac{y_i - y_{i+1}}{l_{i+1}}\right) = \mathrm{H}_i. \end{cases}$$

» Les H_i dépendent seules des charges et niveaux des appuis ; les constantes l'_i, λ_i, λ'_i sont des longueurs dépendant uniquement des dimensions de la poutre.

» Dans le cas des poutres de section constante, on doit faire $k = 1$. Alors ces trois longueurs deviennent égales entre elles et à la longueur l_i de la travée n° i à laquelle elles se rapportent.

» Si cette travée, supposée de section constante, porte une charge uniforme p_i, celle n° $i+1$, une charge uniforme p_{i+1}, on trouve facilement, si les appuis sont de niveau,

$$(6)\quad \mathrm{H}_i = -\frac{p_i l_i^3 + p_{i+1} l_{i+1}^3}{4}.$$

» L'équation (3) est vraie quels que soient les points F_i. Si l'on choisit ces points de façon que

$$(7)\quad \frac{l_i'^2}{v_i} + \frac{l_{i+1}'^2}{u_{i+1}} = 3(\lambda_i + \lambda'_{i+1}),$$

ce qui laisse encore l'un d'eux arbitraire, le terme en M_i disparaît de l'équation, qui devient simplement

$$(8)\quad \frac{l_i'^2}{v_i}(\mathfrak{M}_i - \mu_i) + \frac{l_{i+1}'^2}{u_{i+1}}(\mathfrak{M}_{i+1} - \mu_{i+1}) = \mathrm{H}_i;$$

d'où ce théorème, qui est la généralisation de celui que nous avons établi aux *Comptes rendus* du 22 mars 1875 :

» *Étant donné le moment de flexion* $\mathfrak{M}_i$ *en un point arbitrairement choisi* F_i *d'une travée, il existe dans la travée suivante un point* F_{i+1} *où le moment de flexion* $\mathfrak{M}_{i+1}$ *se trouve directement par la résolution d'une équation unique à une inconnue et* vice versa.

» Prenons dans la travée de rive gauche un point F_1 dont l'abscisse u_1 est arbitrairement choisie. En faisant dans (7) successivement $i = 1, 2, 3, \ldots, n$, on trouve dans les autres travées les points $F_2, F_3, \ldots, F_n$ correspondants dont les abscisses $u_2, u_3, \ldots, u_n$ se calculent de proche en proche. Soit

$$\frac{u_i}{v_i} = \frac{u_i}{l_i - u_i} = \rho_i,$$

en sorte que les ρ_i sont connus. Si, dans (8), on fait successivement

$$i = 2, 3, 4, \ldots, i-1,$$

on formera une suite d'équations, dont on peut éliminer les inconnues intermédiaires $\mathfrak{M}_2 - \mu_2, \ldots, \mathfrak{M}_{i-1} - \mu_{i-1}$, et obtenir directement $\mathfrak{M}_i - \mu_i$ en fonction de $\mathfrak{M}_1 - \mu_1$.

» On trouve ainsi sans difficulté

$$(9)\quad \left\{ \begin{aligned} \frac{l_i(\mathfrak{M}_i - \mu_i)}{v_i} = \frac{l_i}{l_i'^2}\Big[\rho_i H_{i-1} - \rho_i\rho_{i-1} H_{i-2} + \rho_i\rho_{i-1}\rho_{i-2} H_{i-3} - \ldots \\ \mp \rho_i\rho_{i-1}\rho_{i-2}\ldots\rho_3\rho_2 H_1 \\ \pm \rho_i\rho_{i-1}\rho_{i-2}\ldots\rho_3\rho_2\rho_1(\mathfrak{M}_1 - \mu_1)\frac{l_1'^2}{u_1}\Big] = A_i, \end{aligned} \right.$$

en désignant, pour abréger, le second membre par A_i.

» Or, si l'appui extrême de gauche A_0 est simple, on sait que le moment de flexion y est nul. On prendra le point F_1 coïncidant avec cet appui, soit $u_1 = 0$, et l'on aura $\mathfrak{M}_1 = \mu_1 = 0$.

» Donc les A_i sont connus en tous les points F_i correspondants.

» Si le point A_0 est un encastrement, on supposera la poutre prolongée vers la gauche par une travée fictive, vide et ayant ses deux appuis de niveau, d'une longueur l_0 infiniment petite, posée sur appuis simples, c'est-à-dire qu'on regardera l'encastrement comme équivalent à deux appuis simples infiniment voisins. En faisant, dans (7) et (8), $i = 0$, observant que l_0 est infiniment petit, que, par suite, à cause de (4), $l_0' = 0$, $\lambda_0 = 0$, il

viendra

$$(10) \qquad u_1 = \frac{l_1'^2}{3\lambda_1},$$

$$(11) \qquad \frac{l_1'}{u_1}(\mathfrak{M}_1 - \mu_1) = \mathrm{H}_0.$$

» La formule (9) devient par suite

$$(12) \qquad \begin{cases} \mathrm{A}_i = \dfrac{l_i}{v_i}(\mathfrak{M}_i - \mu_i) \\ \quad = \dfrac{l_i}{l_i'^2}\left\{ \begin{array}{l} \rho_i \mathrm{H}_{i-1} - \rho_i \rho_{i-1} \mathrm{H}_{i-2} \ldots \mp \rho_i \rho_{i-1} \ldots \rho_3 \rho_2 \mathrm{H}_1 \\ \pm \rho_i \rho_{i-1} \ldots \rho_3 \rho_2 \rho_1 \mathrm{H}_0, \end{array} \right\} \end{cases}$$

et sous cette forme elle s'applique toujours. Car, si A_0 est un appui simple $\rho_1 = 0$, le dernier terme disparaît de lui-même; sinon, ce terme suit la même loi que les autres en supposant la poutre prolongée par la travée vide et de niveau. Dans le premier cas, $u_1 = 0$; dans le second $u_1 = \frac{l_1'^2}{3\lambda_1}$, en sorte que les formules (7) définissent, dans tous les cas, les points F_i qu'on appellera les *foyers de gauche de la poutre* et celles (12) les A_i.

» Pour la poutre de section constante, $u_1 = 0$ ou $u_1 = \frac{l_1}{3}$ suivant que l'appui est simple ou encastré.

» (En partant de la rive droite, on obtiendrait, si on le voulait, une seconde série de points analogues qu'on appellerait les *foyers de droite.*)

» A présent, M_{i-1} et M_i étant les moments de flexion sur les deux appuis de la travée n° i, le moment de flexion en un point quelconque de cette travée est

$$(13) \qquad \mathrm{M} = \mu + \mathrm{M}_{i-1}\frac{l_i - x}{l_i} + \mathrm{M}_i \frac{x}{l_i}.$$

» Faisant $x = u_i$, on aura

$$\mathfrak{M}_i - \mu_i = \mathrm{M}_{i-1}\frac{v_i}{l_i} + \mathrm{M}_i\frac{u_i}{l_i},$$

d'où

$$\mathrm{M}_{i-1} + \rho_i \mathrm{M}_i = \frac{l_i}{v_i}(\mathfrak{M}_i - \mu_i) = \mathrm{A}_i,$$

qui fournit, puisque le dernier membre est connu, une relation entre les moments de flexion sur *deux* appuis consécutifs.

» Faisant dans cette formule successivement $i = n, n-1, \ldots, i+2, i+1$, on peut de nouveau éliminer les moments intermédiaires et avoir

directement le moment de flexion sur un appui quelconque M_i en fonction du moment M_n sur l'appui extrême de droite.

» On trouve ainsi

$$(14)\quad \left\{ \begin{aligned} M_i = {} & A_{i+1} - \rho_{i+1} A_{i+2} + \rho_{i+1}\rho_{i+2} A_{i+3} - \ldots \\ & \mp \rho_{i+1}\rho_{i+2}\ldots\rho_{n-1} A_n \pm \rho_{i+1}\rho_{i+2}\ldots\rho_{n-1}\rho_n M_n. \end{aligned} \right.$$

» Or, si l'appui de rive droite est simple, on a $M_n = 0$ et la formule donne tous les M_i. Si c'est un encastrement, on prolonge la poutre vers la droite par une travée fictive, de niveau, de longueur infiniment petite l_{n+1}, posée sur appuis simples. Alors, par les formules (8) et (9), en y faisant $i = n$, raisonnant comme plus haut et accentuant les v_n, $\mathfrak{M}_n - \mu_n$ pour les distinguer de ceux obtenus en partant de la rive gauche, on a

$$\frac{l'^2_n}{v'_n} = 3\lambda_n,$$

$$\frac{l'^2_n}{v'_n}(\mathfrak{M}'_n - \mu'_n) = H'_n;$$

et, par suite, par la formule (13), pour $x = u'_n$,

$$(15)\qquad M_{n-1}\frac{l'^2_n}{l_n} + M_n\left(3\lambda_n - \frac{l'^2_n}{l_n}\right) = H'_n.$$

» L'équation (14) donne d'ailleurs, pour $i = n - 1$,

$$M_{n-1} = A_n - \rho_n M_n.$$

» Ces deux équations déterminent M_{n-1} et M_n, et alors la formule (14) fournit directement le moment de flexion sur un appui quelconque.

» Sachant ainsi calculer directement le moment de flexion sur un appui quelconque pour une charge quelconque, on peut écrire *a priori* les moments de flexion, efforts tranchants, en chaque point, pour les charges les plus défavorables, ainsi que les réactions des appuis.

» *Remarque.* — En déterminant les foyers de droite et posant pour ces foyers $\frac{v'_i}{u'_i} = \rho'_i$, on aurait directement le moment de flexion en l'un quelconque d'entre eux par la formule

$$\begin{aligned} \mathfrak{M}'_i - \mu'_i = \frac{u_i}{l'^2_i}[& \rho'_i H_{i+1} - \rho'_i \rho_{i+1} H_{i+2} + \ldots \\ & \mp \rho'_i \rho'_{i+1}\ldots\rho'_{n-1} H_n \mp \rho_i \rho'_{i+1}\ldots\rho'_n H'_{n+1}], \end{aligned}$$

où le dernier terme disparaît si l'appui extrême de droite est simple. Ayant les moments de flexion en deux points de chaque travée, on l'a en tous les

points. Cette seconde méthode n'offre quelque avantage que dans le cas des poutres symétriques par rapport à leur milieu, parce qu'alors les foyers de droite sont symétriques de ceux de gauche, ce qui dispense de calculer les ρ'_i. On a $u'_i = v_{n-i+1}$, $v'_i = u_{n-i+1}$, $\rho'_i = \rho_{n-i+1}$. »

ASTRONOMIE. — *Sur la comparaison des résultats de l'observation astronomique directe avec ceux de l'inscription photographique.* Note de M. **Wolf**.

« Le travail de M. Rayet sur les Pléiades, que l'on trouvera plus loin ([1]), m'a suggéré quelques réflexions que je crois devoir soumettre à l'Académie. Parmi les magnifiques photographies célestes qu'ils ont obtenues, MM. Henry n'ont pas oublié de prendre celle des Pléiades. Je n'ai pu faire la comparaison d'un de leurs clichés avec ma Carte de 1874; mais cette comparaison a été le sujet d'un article inséré dans le dernier numéro de la *Revue d'Astronomie populaire*. L'auteur y signale un certain nombre de différences entre mes résultats de 1874 et les données actuelles de la Photographie :

« 1° La nébuleuse de Mérope n'existe incontestablement plus telle qu'elle a été vue; la nébuleuse située à 20′ environ au nord d'Atlas, que Jeaurat a aperçue, que Golschmidt a observée, que M. Wolf a dessinée sur sa Carte, semble évanouie.

» 2° Une cinquantaine au moins d'étoiles de la Carte de 1874 ne sont pas de même éclat sur les deux documents. Une dizaine d'étoiles de la Carte n'existent pas sur la photographie; en particulier, une étoile de 10e grandeur, par -3^m54^s et $-29'$, est remplacée sur la photographie par deux minuscules étoiles de 15e grandeur.

» Ces différences doivent être attribuées, pour la plupart, à des erreurs d'observations de la part de M. Wolf. »

» Or M. Rayet vient de vérifier l'existence de la nébuleuse de Mérope, qu'il a toujours vue facilement avec un grossissement de 140, et les contours qu'il a marqués par un trait bleu sur la Carte sont à peine différents de ceux que je lui ai donnés en 1874.

» L'étoile -3^m54^s et $-29'$ que j'ai marquée, en 1874, de 10e grandeur a été observée, sur ma demande, par M. Rayet :

([1]) Voir à la Correspondance, page 489.

« L'étoile 5 de votre Catalogue ($-3^m 54^s,4$ et $-28',9$) existe très bien. Elle est même pourvue d'un petit compagnon de 14e grandeur. L'étoile 5 est un peu plus faible que l'étoile 4, c'est presque une 11e; il y aurait donc eu un léger affaiblissement. »

» Ainsi, la nébuleuse que la photographie n'indique pas existe pour l'œil; une étoile de 10e à 11e grandeur, qui n'est pas rouge, se photographie comme étoile de 15e grandeur. Les différences des données de ma Carte de 1874 et de celles de la photographie ne sont donc pas toutes le résultat d'observations erronées de ma part. Mais il en ressort un enseignement bien autrement important : la Photographie nous révèle un aspect du ciel qui peut être très différent de celui que nous donne l'observation directe.

» L'œil nous fait voir des astres que la Photographie paraît être impuissante à reproduire, ou reproduit avec un éclat relatif très différent. Ce premier point est maintenant hors de doute. Par contre, la Photographie peut nous révéler l'existence d'astres invisibles à l'œil nu. C'est ce que M. Janssen a très heureusement utilisé pour l'étude des détails du Soleil; c'est ce qui pourra résulter d'un examen comparatif sérieux des Cartes bien faites avec les clichés. Les deux modes d'observation se complètent donc l'un l'autre; mais tous deux sont nécessaires pour nous donner la connaissance absolue et authentique de l'état actuel du ciel.

» Il y a plus encore. La couche sensible de la plaque photographique est une rétine différente de celle de l'œil humain; mais, en outre, cette rétine artificielle change de sensibilité lorsque sa nature vient à changer. Il se peut qu'une couche de collodion voie et fasse voir un ciel autre que celui qui impressionne une couche de gélatinobromure. La Carte du ciel obtenue aujourd'hui par la Photographie est autre que celle que donne l'observation directe, et elle est autre aussi que celle que donnera, dans vingt ans, la Photographie de l'avenir, dont les procédés seront certainement différents des nôtres. L'œil humain, au contraire, est un organe toujours le même, dont les observations sont en tout temps comparables entre elles.

» On voit ainsi quelle prudence et quelles précautions il faut apporter dans la comparaison de documents obtenus par des procédés aussi différents que l'observation directe et l'inscription photographique, particulièrement en tout ce qui regarde la variabilité de l'éclat des étoiles. La Photographie céleste a devant elle un champ de travail assez fécond pour qu'il soit au moins inutile de prôner ses services aux dépens de ceux de l'observation directe. Elle doit travailler en même temps que l'œil de l'observateur : elle ne le remplacera jamais. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Réponse à une Note de* M. Lalanne, *en date du 22 février, sur les effets mécaniques des trombes;* par M. **Faye.**

« Je n'ai pas bien compris pourquoi notre savant Confrère M. Lalanne a cru devoir opposer, à une assertion parfaitement exacte de M. Luvini, des faits qu'il a entendu raconter, à savoir des poissons transportés par des trombes sur le pont d'un navire ou sur la côte d'Étretat. Je ne conteste pas ces faits : M. Lalanne, qui s'est beaucoup occupé autrefois du tornado de Chatenay, en juin 1839, aurait pu citer d'autres faits de poissons transportés au loin; le phénomène n'est pas rare. J'aurai tout à l'heure occasion de lui rappeler à ce sujet un de ses travaux qui, pour dater d'un demi-siècle, n'en conserve pas moins sa valeur aujourd'hui et qui va me dicter ma réponse.

» Pour que les faits rapportés dans la Note du 22 février dernier eussent une signification contraire à l'opinion de M. Luvini et à la mienne, il faudrait que les poissons d'Étretat eussent été *pompés* par la trombe, emportés par ladite trombe dans son mouvement de translation, puis déposés dans le ravin où on les a trouvés. Or rien n'indique dans ce récit qu'il en ait été ainsi : il est évident, au contraire, qu'ils ont été lancés sur le rivage par les gyrations rapides de ce tornado, et nous allons voir, par un calcul de M. Lalanne lui-même, que les trombes ou tornados sont bien capables de pareils effets. Celui de Chatenay, dont je parlais plus haut, a démoli en un clin d'œil les murs solidement construits ($0^{m},50$ d'épaisseur) d'un parc et les a jetés sur le sol tout d'une pièce. M. Lalanne, en faisant usage des formules de Navier et des données expérimentales de Vicat et de Dubuat, a montré que ces effets répondent parfaitement à l'impulsion horizontale d'un vent animé d'une vitesse de $72^{m},5$ par seconde et exerçant une pression de 460^{kg} par mètre carré (¹). Or de pareilles vitesses, des pressions de cette énergie n'ont rien que de fort ordinaire quand il s'agit de trombes ou de tornados. Nous savons d'ailleurs que ce tornado a projeté à un demi-kilomètre quantité de débris très lourds, des poutres, des tuiles et même les poissons d'un étang situé au bas du parc; par conséquent des gyrations de pareille intensité ont bien pu, en mer, jeter des poissons sur le pont d'un navire voisin, en lancer même sur le rivage d'Étretat; ceux-ci

(¹) *Comptes rendus*, t. IX, p. 219-223.

auront été ensuite entraînés par les eaux d'une pluie diluvienne jusqu'à la partie la plus basse du ravin où on les a trouvés.

» Il y a longtemps que j'ai comparé cette action d'une trombe sur les eaux à celle d'une écope hollandaise emmanchée horizontalement au bout d'un axe vertical, et agissant circulairement à grande vitesse sur la surface de l'eau dans laquelle elle tend à pénétrer, ou bien à celle des baigneurs qui, pour projeter de l'eau au visage de leurs camarades, font tourner vivement leur bras tendu à la surface de l'eau. S'il s'y trouvait par hasard un petit poisson, il serait projeté également, plus loin même que l'eau, parce que celle-ci se résout promptement en gouttelettes. Rien de plus simple et de plus facile à comprendre que les effets variés qui se produisent ainsi au pied des trombes, effets diamétralement opposés à toute idée d'aspiration centripète. Sur terre, elles soulèvent autour d'elles, par un balayage circulaire très violent, une sorte de buisson de poussière, de boue, de menus débris qui ne s'étend pas bien loin, quelle que soit l'énergie de l'impulsion. Comme ces particules ont peu de masse, elles sont bien vite arrêtées par la résistance de l'air ambiant. Sur mer, il se produit pareillement un buisson extérieur formé de gouttelettes d'eau, d'embrun ou d'écume. Mais si les gyrations rencontrent sur le sol ou dans l'eau des objets plus résistants, qui ne se laissent pas réduire en boue ou en poussière, des poutres, des tuiles, des tuyaux en zinc ou en plomb, ces objets sont projetés au loin, en tout sens, autour de la trombe et vont frapper les maisons voisines, quand il y en a, bien entendu, avec un tapage assourdissant [1]. Il n'y a donc rien

---

[1] Il est curieux de se reporter aux explications qu'on a essayé de substituer à ces notions si simples. M. Peltier attribuait tout à l'électricité : il n'a pas manqué de dire que ces poussières voltigeant autour du pied de la trombe de Chatenay (qui d'ailleurs a donné des signes d'électricité) étaient le résultat d'une puissante attraction électrique qui soulevait les corps légers et les portait rapidement vers le bout de la trombe. C'était encore l'électricité qui produisait en mer, d'après lui, la vaporisation instantanée des molécules d'eau attirées, en sorte que l'eau provenant de la condensation de ces vapeurs, et pompée par la trombe jusqu'aux nues, se trouvait être de l'eau distillée, ne contenant plus de trace de sel, ainsi que les marins l'avaient parfois constaté avec une profonde surprise en recevant de l'eau de pluie qu'ils croyaient de l'eau de mer tombant de l'embouchure supérieure de la trombe. Quant aux météorologistes actuels, ils supposent que le buisson de poussière ou d'écume est dû à l'air affluant vivement de toute part vers l'orifice inférieur de la trombe en vertu d'un puissant tirage, en sorte que ces poussières ou cette écume, simplement soulevées par des courants d'aspiration centripètes, sont entraînées verticalement jusqu'aux nues dans le canal d'aspiration de la trombe. Il suffit de jeter un coup d'œil sur les nombreux des-

d'étonnant, je le répète, à ce que des poissons pris dans le cercle gyratoire d'une trombe soient lancés beaucoup plus loin que l'eau en écume, en gouttes ou en nappe, par-dessus les rives d'un étang, d'une rivière ou de la mer.

» Sans doute les personnes qui croient encore que les trombes aspirent l'eau vers les nues adopteront l'autre interprétation. Elles soutiendront que les poissons ont été pompés d'abord, puis transportés par la trombe dans son tuyau d'aspiration et finalement abandonnés plus loin à leur propre poids. Mais cette opinion, que rien ne justifie dans le récit de M. Lalanne, commence à être singulièrement ébranlée dans le monde des Sciences. Déjà en France, en Italie, en Allemagne, il s'élève de sérieuses protestations contre ces théories. En Angleterre, si j'en crois le journal que je tiens à la main (1), on s'étonne de la persistance des météorologistes de la vieille école (*the old professional meteorologist*). Quant aux États-Unis, je me contenterai de citer le fait suivant : quelques témoins du tornado de Delphos (29 mai 1879) ayant affirmé que ce tornado avait pompé sous leurs yeux les eaux de la *Saline river*, l'agent du *Signal Office*, M. Finley, s'est cru tenu de diriger une enquête spéciale sur ce point-là. En voici le résultat (2) :

« Le tornado n'en a pas dû pomper beaucoup, si même il en a pompé quelque peu; mais, par l'action de ses gyrations terribles, il doit avoir chassé l'eau de côté et d'autre (sur les rives), de manière à mettre un moment à sec le lit de la rivière, ainsi que cela est arrivé sur le *Big-Blue*, à Irwing. »

» C'est justement ce que je soutiens ici depuis quinze ans.

» En terminant, je ferai remarquer à l'Académie que, si je me crois tenu de répondre en détail aux objections qu'on m'adresse, c'est que ces questions tirent leur importance, non seulement de leur singularité et de la gravité des désastres, mais aussi de ce qu'il s'agit d'une grande et belle loi de la nature. Cette loi mécanique consiste en ce que, dans les liquides ou les gaz en mouvement linéaire peu incliné sur une surface de niveau, les moindres inégalités de vitesse dans les filets juxtaposés se résolvent en des mouvements gyratoires descendants, à axe vertical, qui suivent le fil du

sins de trombes marines ou terrestres qui ont été publiés, et en particulier sur ceux de l'amiral Mouchez, ou sur la photographie d'un tornado reproduite dans les *Comptes rendus*, t. XCIX, p. 1002, pour s'assurer que ces explications sont de pure fantaisie.

(1) La *Saint-James's Gazette* du 26 février 1886.

(2) Voir ma Notice *Sur les treize tornados des* 29 *et* 30 *mai* 1879 dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* pour la présente année.

courant générateur et possèdent, avec une stabilité singulière et une forme essentiellement géométrique, la propriété d'amener en bas et de concentrer, sur une aire de plus en plus étroite, la force vive emmagasinée en haut dans leur embouchure. Ces phénomènes se produisent partout, dans nos cours d'eau et dans les courants élevés de l'atmosphère, sous toutes les dimensions imaginables, depuis quelques centimètres jusqu'à des centaines de lieues de diamètre. Ils peuvent durer une minute ou des semaines entières et parcourir, sur notre globe, des distances quelconques, depuis quelques mètres jusqu'à des milliers de lieues. J'ai montré qu'ils se retrouvent sur le Soleil, exactement avec les mêmes caractères, les mêmes variétés de dimensions ou de durée, depuis les pores imperceptibles jusqu'aux taches à l'intérieur desquelles la Terre se mouvrait à l'aise et qui peuvent durer des heures, des semaines ou des mois, tout en suivant le fil des courants solaires. Ils se segmentent de la même manière que nos cyclones ou nos trombes. Les plus grandes taches finissent souvent par de simples pores, comme la trombe de Chatenay qui, selon M. Lalanne, après avoir eu les dimensions d'une meule de blé ou d'un immense entonnoir, a fini comme un simple tuyau de poêle.

» Mais, soit que ces gyrations grandes ou petites engloutissent sur le Soleil, dans leur mouvement descendant, de l'hydrogène incandescent pour le laisser ensuite remonter tumultueusement autour d'elles, plus incandescent encore, au delà de la chromosphère, soit qu'elles franchissent l'Atlantique ou la mer des Indes sous forme de tempêtes tournantes ou de cyclones, soit qu'elles détruisent 10000 maisons le même jour aux États-Unis sous forme de tornados [1], soit qu'elles projettent, sous forme de trombes, deux ou trois poissons sur la côte d'Étretat, c'est toujours, mécaniquement parlant, la même chose. »

M. Léon Lalanne présente, à propos de cette Communication, les réflexions suivantes :

« Je ne puis que remercier notre éminent Confrère des termes dans lesquels il a parlé de mes observations, dont la plus ancienne a bien près d'un demi-siècle; et rappeler que je me suis défendu, dans la dernière séance, comme je m'en défends aujourd'hui, de toute prétention soit d'aborder les théories contraires en présence, soit de combattre ou de préconiser celle de M. Faye à laquelle on ne peut contester un caractère remarquable

---

[1] *Comptes rendus*, séance du 15 février dernier, p. 345.

de simplicité. Les faits que j'ai eu l'honneur d'exposer à l'Académie ne sont pas contestés, et cela doit me suffire. Il me sera permis, cependant, d'avouer l'impossibilité où je suis de comprendre que des mouvements *descendants* de l'atmosphère, combinés avec des mouvements *horizontaux* de tourbillonnements, si intenses qu'on les suppose, puissent donner lieu à une résultante inclinée *au-dessus* de l'horizon. C'est pourtant ce qu'il faudrait pour expliquer la projection de poissons, soit sur un pont de navire, soit dans un vallon à forte pente dirigée vers la mer, à plusieurs centaines de mètres du rivage. Or, dans la théorie de M. Faye, il n'est question que de mouvements descendants; et, dans l'observation de la trombe de Chatenay, observation dont il a bien voulu parler avec éloges, mais dont il prétend se servir pour me mettre en contradiction avec moi-même, on voit des effets qui comportent nécessairement des forces ascendantes. J'accepte parfaitement la comparaison avec l'action d'une écope, outil que j'ai vu fonctionner dès 1832, sur le premier chantier de travaux auquel j'étais attaché sous la direction du vénéré de Saint-Venant. Nous n'avons jamais remarqué que l'écopeur cherchât à suppléer à l'effort vertical de projection, en imprimant une plus grande vitesse au mouvement horizontal analogue à celui du faucheur; il fallait bien que l'un accompagnât l'autre sous peine d'agiter l'eau sans l'élever. La trombe n'écope l'eau de la mer qu'à cette condition, que sous l'influence, à un moment donné, d'une force verticale dirigée de bas en haut. »

MÉTÉOROLOGIE. — *A propos de la théorie des trombes*. Note de M. **Lecoq de Boisbaudran**.

« La question de savoir si, dans les trombes, l'air s'élève ou descend est l'objet de nombreuses discussions. Le sujet est, je l'avoue, en dehors de ma compétence; j'oserai cependant soumettre à l'examen des savants qui s'en occupent une idée que m'ont suggérée les contradictions existant entre les témoignages apportés par les observateurs du phénomène. Je me suis demandé si ces témoignages, en apparence opposés, n'étaient point également exacts et si, le mouvement descendant étant considéré par exemple comme la loi générale, il ne pourrait pas se produire aussi quelquefois, par un effet secondaire, un mouvement ascensionnel.

» Si le sommet du cône de la trombe n'atteint pas le sol, les choses se passeront ainsi que l'indique la théorie de M. Faye; mais, si la trombe est coupée par la surface du sol ou de la mer, ne peut-on pas dire qu'il y aura,

contre cet obstacle, réflexion d'une partie des filets d'air descendants vers l'intérieur du météore? Ces filets formeront alors une trombe conique centrale, ascendante et sensiblement symétrique de la portion du cône interceptée par le sol ou la mer.

» Si l'on admettait cette interprétation, on expliquerait comment des objets, tels que des poissons, ont pu être enlevés et transportés à une certaine distance, même par des trombes dont le mouvement général était descendant. »

CHIMIE. — *Sur l'équivalent des terbines.* Note explicative de M. **Lecoq de Boisbaudran.**

« La comparaison des diverses terbines, au point de vue de leur teneur en holmine, présente un intérêt tout particulier; or, dans ma récente Note (*Comptes rendus*, février 1886, p. 397), on a imprimé par erreur « Bau » au lieu du symbole « Ho » de l'holmium, ce qui rend l'ensemble de ma Communication peu compréhensible. Je demande donc la permission de reproduire ici l'observation relative aux quantités d'holmine contenues dans les terbines :

	N° 1. Tr^2O^3 impure de la gadolinite. Éq = 115 environ.	N° 2. Tr^2O^3 de la samarskite. Éq = 122,3.	N° 3. Tr^2O^3 de M. Clève. Éq = 117,7.	N° 4. Ma Tr^2O^3 la plus claire. Éq = 123,6.	N° 5. Ma Tr^2O^3 la plus foncée. Éq = 124,7.	
Absorption.	Notable.	Notable.	Notable.	Notable. Beaucoup plus que dans n° 5.	Assez faible.	Ho.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Membre, pour la Section de Mécanique, en remplacement de feu M. *Tresca*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 52,

M. Marcel Deprez obtient.	36	suffrages.
M. Léauté »	6	»
M. Sarrau »	6	»
M. Kretz »	4	»

M. **Marcel Deprez**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la désignation d'un candidat qu'elle devra présenter à M. le Ministre de l'Instruction publique, pour la place de Membre du Bureau des Longitudes, devenue vacante par le décès de M. *Serret*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 47,

M. A. Cornu obtient.	38 suffrages.
M. Resal »	2 »

Il y a 7 bulletins blancs.

M. **A. Cornu**, ayant réuni la majorité des suffrages, sera proposé à M. le Ministre, comme candidat à la place de Membre du Bureau des Longitudes.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les Concours de l'année 1886.

Le dépouillement donne les résultats suivants :

Prix Lalande (*Astronomie*) : MM. Tisserand, Faye, Mouchez, Janssen et Lœwy réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. Wolf et Bouquet de la Grye.

Prix Damoiseau (*Théorie des satellites de Jupiter*) : MM. Tisserand, Faye, Wolf, Lœwy et Mouchez réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. Janssen et Bouquet de la Grye.

Prix Valz (*Astronomie*) : MM. Faye, Tisserand, Wolf, Janssen et Mouchez réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. Lœwy et Bouquet de la Grye.

Grand prix des Sciences mathématiques (*Perfectionner en quelque point important la théorie de l'application de l'électricité à la transmission du travail*) : MM. Cornu, Lévy, Becquerel, Bertrand et Fizeau réunissent la majorité

absolue des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. Mascart et Lippmann.

Prix Bordin (*Perfectionner la théorie des réfractions astronomiques*) : MM. Tisserand, Faye, Janssen, Wolf et Fizeau réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. Mouchez et Cornu.

Prix Montyon (*Statistique*) : MM. Haton de la Goupillière, Lalanne, Boussingault, Mangon et Larrey réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. Favé et de Jonquières.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

GÉODÉSIE. — *Emploi des coordonnées azimutales.* Mémoire de M. **Hatt**, présenté par M. Bouquet de la Grye. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Faye, Perrier, Bouquet de la Grye.)

« La situation relative de deux points d'un réseau géodésique peut être définie, soit par leurs coordonnées rectilignes, appelées ordinairement *distances à la méridienne* et *à la perpendiculaire*, soit par leurs coordonnées géographiques, longitude et latitude. Les premières résultent, avec une très grande simplicité de calcul, des triangles ramenés au plan par la méthode de Legendre et permettent, tout aussi simplement, d'obtenir les positions relatives de points rapprochés l'un de l'autre; mais elles offrent l'inconvénient de correspondre à un déchirement indéterminé de la nappe sphérique, de sorte que, à de certaines distances, les situations des points sont altérées de quantités qu'il est impossible de définir d'une manière satisfaisante et d'évaluer, par suite, au moyen d'un calcul simple.

» Les coordonnées géographiques ne fournissent que très laborieusement la distance de deux points et l'orientation de la ligne qui les joint; leur dépendance étroite avec les dimensions et la forme du globe oblige, d'autre part, à faire intervenir, sans nécessité aucune, les valeurs de certaines constantes, telles que l'aplatissement, sur lesquelles on n'est pas encore entièrement fixé.

» On essaye d'ordinaire de remédier à ce double inconvénient, en pré-

sentant le Tableau des triangles; mais ce document, qui peut suffire quand chaque point n'est obtenu que d'une seule manière, devient, dans d'autres cas, inefficace, en laissant planer de l'incertitude sur le choix à faire entre les solutions multiples; il ne permet, du reste, d'obtenir qu'indirectement la position relative des points qui n'appartiennent pas au même triangle.

» Une modification très légère du système des coordonnées linéaires ordinaires permet d'obtenir la situation relative des points, avec une rigueur absolue et sans intervention de la forme de la Terre; dans ce système, la position d'un point serait définie par sa distance à un autre point, pris pour origine, et par l'angle que fait, avec la méridienne de l'origine, la ligne géodésique réunissant ces deux points. Si l'on appelle l et z ces deux quantités, l'abscisse et l'ordonnée d'un point auraient pour expressions conventionnelles

$$\xi = l \sin z, \qquad \eta = l \cos z.$$

» Ces coordonnées seraient traitées comme des coordonnées planes ordinaires et se prêteraient à toutes les opérations éventuelles. Il est clair que leur emploi correspond à un déchirement uniforme de la surface sphérique appliquée sur le plan tangent de l'origine; les parties voisines du point de contact sont à peine altérées, tandis que les régions éloignées subissent une déformation sensible.

» r désignant le rayon de la Terre, z et l l'azimut et la distance d'un point A, Q l'azimut d'une ligne joignant A à un deuxième point B et c la distance AB, les corrections nécessaires pour passer de l'espace au plan auront pour expressions

$$dQ = \frac{l \sin(Q - z)}{6 r^2 \sin 1''} [2c + l \cos(Q - z)],$$

$$dc = \frac{c l^2 \sin^2(Q - z)}{6 r^2}.$$

» La deuxième correction est toujours positive; toutes deux sont de l'ordre de l'excès sphérique du triangle formé par les deux points et l'origine et elles sont obtenues par application du théorème de Legendre. Elles doivent donc être vraies dans les limites où ce théorème est applicable, c'est-à-dire jusqu'à une très grande distance de l'origine. Au delà de ces limites, il convient de choisir une nouvelle origine et de nouveaux axes, que l'on peut concevoir parallèles aux premiers pour ne pas faire intervenir les dimensions du globe.

» Si l'on voulait, par exemple, trouver les coordonnées ξ', η' du point B, par rapport à des axes parallèles aux premiers passant par le point A, on aurait, en désignant par $\xi\eta$, $\xi_1\eta_1$ les anciennes coordonnées de ces points :

$$\xi' = \xi - \xi_1 - dc \sin Q - c dQ \sin 1'' \cos Q,$$
$$\eta' = \eta - \eta_1 - dc \sin Q + c dQ \sin 1'' \sin Q.$$

» Au moyen de ces coordonnées, que l'on pourrait appeler azimutales pour les distinguer des coordonnées parallèles, on résout très simplement, et avec une entière rigueur, les questions suivantes : Détermination d'une base, reconstitution d'un triangle, calcul des points par la station, compensation d'un réseau géodésique par les résolutions des équations de condition entre les variations des coordonnées des divers points du réseau, calcul des positions géographiques, etc.

» Elles se déduisent, par de simples corrections calculées avec des logarithmes à 4 décimales, des coordonnées parallèles. En appliquant les formules de correction à un exemple particulier choisi de manière à simplifier le calcul des triangles, on vérifie que la distance de deux points éloignés de plus de $100\,000^{m}$ résulte des coordonnées azimutales avec une approximation moindre que $0^{m},01$. L'emploi des coordonnées parallèles conduit, dans ce cas, à commettre une erreur de $1^{m},05$.

M. Aubert adresse, de la Roche-sur-Yon, pour le concours de Statistique, un Mémoire intitulé « Essai de statistique démographique et de topographie médicale du département de la Vendée ».

(Renvoi au concours de Statistique.)

M. Ch. Magnier adresse, de Saint-Quentin, pour le concours de la Fons-Mélicocq, divers travaux de Botanique.

(Renvoi à la Commission.)

CORRESPONDANCE.

M. l'amiral **Mouchez** donne lecture à l'Académie d'une proposition faite au nom du Comité du centenaire de la naissance d'Arago.

« Le Comité du centenaire de la naissance d'Arago, n'ayant pu donner suite à son projet d'une cérémonie commémorative et du banquet à l'Hôtel de Ville, a décidé de rendre un plus durable hommage à la mémoire d'Arago, en proposant de lui élever, par souscription nationale, une statue monumentale sur le boulevard qui porte son nom.

» Le Comité espère que l'Académie voudra bien prendre sous son haut patronage cette œuvre de justice et de reconnaissance envers un de ses plus illustres Secrétaires perpétuels, œuvre qui sera certainement applaudie par la France entière et les hommes d'élite de tous les pays.

» Les colonies, où une grande partie de la population doit aujourd'hui sa liberté aux décrets d'Arago, ne manqueront pas de nous donner aussi leur généreux appui. »

(Renvoi à la Commission administrative.)

La **Société polytechnique de Russie** adresse à M. le Président, le 26 février, un télégramme exprimant son admiration pour Arago, « l'illustre savant dont on célèbre le centenaire ».

M. **Edmond Perrier** prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à l'une des places actuellement vacantes dans la Section d'Anatomie et Zoologie.

M. **Léon Vaillant** adresse la même demande.

(Renvoi à la Section d'Anatomie et Zoologie.)

M. **Faye**, en présentant à l'Académie, au nom de S. M. l'Empereur du Brésil, l'*Annuaire de l'observatoire impérial de Rio de Janeiro*, s'exprime ainsi :

« C'est le deuxième Volume d'une série qui se perfectionnera de plus en plus. Après la partie astronomique, qui est très bien traitée, viennent les

tables et les documents numériques les plus utiles pour les statisticiens, les financiers et les hommes de science. Les géographes y trouveront les coordonnées de tous les points importants de ce vaste empire, la description des bassins des fleuves principaux avec leurs affluents, les chaînes de montagnes ou sierras, avec les altitudes des principaux sommets, les lignes de chemin de fer avec les cotes de hauteur et les distances kilométriques. Les longitudes sont rapportées au méridien de Paris.

» Je signalerai, en particulier, deux tableaux entièrement nouveaux, qui me paraissent dignes du plus grand intérêt, à savoir celui des circonstances astronomiques et climatériques qui caractérisent chaque pays de la Terre, et le tableau statistique qui donne également, pour chaque pays, le budget de la guerre, de la marine, de l'instruction publique, des cultes, des dépenses et des recettes, de la dette publique, les importations et l'exportation, les lignes télégraphiques, les chemins de fer, la superficie et la population. »

ASTRONOMIE. — *Position d'étoiles télescopiques de la constellation des Pléiades.* Note de M. G. Rayet, présentée par M. C. Wolf.

« A l'époque où l'équatorial de 14 pouces a été installé à l'observatoire de Bordeaux et dans le but de mettre à l'épreuve le pouvoir pénétrant de son objectif, j'ai commencé à faire une revision de la Carte des Pléiades dressée en 1873-1875 par M. Wolf et publiée dans le Tome XIV des *Mémoires de l'Observatoire de Paris* (*Observations*). Le 14 pouces m'a immédiatement montré que, grâce au ciel de Bordeaux, je pouvais, au moins dans les nuits sans Lune, apercevoir un grand nombre d'étoiles de 14e à 15e grandeur, qui n'avaient pu être distinguées à Paris, qui n'étaient pas portées sur la Carte et qui ne figuraient pas dans le Catalogue complémentaire publié dans le Tome III de l'*Observatory* (juin 1880).

» La position de ces étoiles nouvelles a été déterminée par des mesures micrométriques de différences d'ascensions droites et de distance polaire avec une étoile voisine choisie dans le Catalogue de M. Wolf. Pour cela, le fil fixe du micromètre à fil de platine était maintenu sur l'étoile de comparaison, et le couple mobile était amené à comprendre, dans son intervalle, l'étoile à déterminer.

» Les observations, faites dans les hivers de 1884-85 et 1885-86, ont permis la revision de toute la partie de la constellation qui précède Alcyone

et ont abouti à la formation du Catalogue suivant, qui comprend cent quarante-trois étoiles nouvelles. Les positions des étoiles sont, comme dans le Catalogue du Mémoire déjà cité de M. Wolf, rapportées au 1er janvier 1874.

Catalogue de 143 étoiles nouvelles des Pléiades.

Numéros des étoiles.	Grandeur.	Différence avec Alcyone. Ascension droite.	Différence avec Alcyone. Distance polaire.	Numéros des étoiles.	Grandeur.	Différence avec Alcyone. Ascension droite.	Différence avec Alcyone. Distance polaire.
		m s	′			m s	′
1....	12	−4. 8,5	+ 5,1	35....	15	−3.13,5	−28,1
2....	13,5	−4. 1,0	+26,7	36....	14,5	−3.12,4	+ 8,7
3....	14	−3.59,7	+ 6,0	37....	15	−3.10,3	−26,8
4....	14	−3.56,1	−17,0	38....	13	−3. 9,3	−39,8
5....	14	−3.54,3	+24,8	39....	13,5	−3. 7,1	−32,6
6....	12,5	−3.53,7	+ 3,1	40....	13	−3. 5,1	+ 9,4
7....	13	−3.51,8	+21,1	41....	14	−3. 4,7	+ 2,2
8....	13,5	−3.51,2	−12,4	42....	13,5	−3. 3,5	+12,3
9....	13	−3.49,1	− 9,8	43....	14	−3. 3,0	− 6,4
10....	13,5	−3.47,4	+21,7	44....	13,5	−3. 2,9	− 5,1
11....	13,5	−3.46,6	+19,7	45....	13,5	−3. 1,5	− 3,6
12....	14	−3.39,7	−18,1	46....	14	−3. 0,4	−36,5
13....	14	−3.39,6	+24,7	47....	14	−2.59,4	+30,1
14....	14	−3.38,8	+26,5	48....	13,5	−2.55,3	− 5,8
15....	14,5	−3.37,1	+19,3	49....	13,5	−2.55,1	+11,2
16....	13	−3.33,1	+ 6,0	50....	14	−2.52,9	−12,5
17....	14	−3.31,8	+ 5,0	51....	14	−2.47,5	−10,5
18....	15	−3.31,4	−23,9	52....	13	−2.46,9	+44,5
19....	13	−3.31,1	+21,6	53....	13,5	−2.46,0	+17,5
20....	12	−3.31,0	−10,5	54....	13,5	−2.45,7	−23,9
21....	13,5	−3.30,7	+24,0	55....	13,5	−2.39,7	−18,2
22....	13,5	−3.29,6	−37,8	56....	13	−2.35,3	−37,0
23....	13,5	−3.28,8	−12,6	57....	13,5	−2.34,8	+10,7
24....	14	−3.28,3	+28,0	58....	14	−2.34,0	−22,8
25....	14	−3.26,3	+25,9	59....	14	−2.33,1	+27,3
26....	13,5	−3.25,6	− 0,6	60....	13	−2.32,8	+30,4
27....	14	−3.24,0	+ 2,4	61....	13,5	−2.31,4	+ 1,3
28....	13	−3.22,7	−17,2	62....	13,5	−2.29,9	+ 9,9
29....	13,5	−3.22,1	−13,9	63....	13,5	−2.26,6	+ 1,2
30....	13,5	−3.21,8	−13,5	64....	14	−2.24,2	+19,3
31....	14,5	−3.17,5	+20,3	65....	13,5	−2.24,0	+36,6
32....	13,5	−3.17,5	−30,9	66....	14	−2.21,7	−34,0
33....	14	−3.17,3	− 0,5	67....	13,5	−2.21,5	−39,5
34....	13,5	−3.14,3	−10,8	68....	12,5	−2.20,4	+25,8

Numéros des étoiles.	Grandeur.	Différence avec Alcyone. Ascension droite.	Différence avec Alcyone. Distance polaire.
		m s	'
69....	13,5	−2.14,5	+16,2
70....	14,5	−2. 8,5	−30,7
71....	15	−2. 7,4	+17,2
72....	15	−2. 6,6	−14,2
73....	14	−2. 5,5	−31,7
74....	14,5	−2. 5,2	−37,2
75....	14	−2. 4,7	+25,7
76....	14	−2. 4,1	−24,7
77....	14,5	−2. 1,7	−30,2
78....	14	−1.58,7	−30,2
79....	12,5	−1.57,4	+21,0
80....	13,5	−1.56,4	+41,0
81....	13	−1.55,8	+39,4
82....	13,5	−1.55,8	−10,9
83....	14,5	−1.55,6	−27,8
84....	13,5	−1.53,9	+11,0
85....	12,5	−1.52,8	+40,2
	14	−1.51,8	− 9,4
86....	13,5	−1.51,3	+11,8
87....	13,5	−1.49,3	−21,2
88....	14,5	−1.49,0	−27,8
89....	12,5	−1.44,0	+37,0
90....	13,5	−1.43,1	+ 8,6
91....	13	−1.40,7	+38,0
92....	15	−1.40,5	−20,7
93....	15	−1.39,9	+14,6
94....	15	−1.39,6	−29,5
95....	14	−1.39,2	+ 9,6
96....	15	−1.37,7	+14,2
97....	14	−1.31,7	−16,3
98....	13	−1.29,1	−43,8
99....	15	−1.28,7	−16,3
100....	13,5	−1.28,3	−19,2
101....	14,5	−1.26,8	−12,3
	14,5	−1.25,2	+12,8
102....	14	−1.22,9	−27,2
103....	14	−1.19,8	+ 1,8
104....	13,5	−1.19,8	−17,7
	13,5	−1.17,6	+ 2,8
105....	14	−1.15,5	+32,0

Numéros des étoiles.	Grandeur.	Différence avec Alcyone. Ascension droite.	Différence avec Alcyone. Distance polaire.
		m s	'
105....	13	−1.11,2	+ 7,4
	13,5	−1.10,8	−13,5
106....	15	−1.10,6	−10,3
	13,5	−1. 8,3	+ 6,0
	13,5	−1. 2,7	+ 4,5
107....	14	−1. 0,6	+13,3
108....	15	−1. 0,0	+24,8
109....	13	−0.59,9	−16,0
110....	15	−0.58,7	− 6,7
111....	14,5	−0.58,5	+13,5
112....	14	−0.57,9	− 0,4
113....	13	−0.57,9	−13,0
114....	13	−0.57,9	−13,4
115....	14	−0.57,1	−28,9
116....	15	−0.56,7	−10,4
117....	13	−0.54,7	−39,7
118....	14	−0.52,1	−24,7
119....	13	−0.50,3	+15,7
120....	14,5	−0.49,1	+ 2,5
121....	14	−0.46,4	+ 9,3
122....	14	−0.45,7	−31,3
123....	14	−0.44,1	−30,2
124....	13	−0.42,4	+ 3,7
125....	13,5	−0.40,0	+16,8
126....	14,5	−0.38,0	+20,1
127....	14	−0.37,6	−25,5
128....	14	−0.36,8	− 4,1
129....	13,5	−0.36,2	+ 6,8
130....	14,5	−0.34,6	− 0,6
131....	14,5	−0.32,9	−22,7
132....	14,5	−0.32,0	− 2,6
133....	15	−0.27,9	+21,6
134....	13,5	−0.27,3	−16,0
135....	14,5	−0.26,4	+13,8
136....	14,5	−0.21,8	−29,0
	13,5	−0.20,1	+40,6
	13,5	−0.18,6	+37,6
137....	14	−0.17,8	−20,0
138....	14	−0.11,1	−32,2
139....	13,5	−0.10,5	−17,2

Numéros des étoiles.	Grandeur.	Différence avec Alcyone. Ascension droite.	Distance polaire.	Numéros des étoiles.	Grandeur.	Différence avec Alcyone. Ascension droite.	Distance polaire.
		m s	′			m s	′
140....	15	−0. 9,5	−25,5	142....	14,5	+0.0,3	−23,2
141....	13	+0. 0,1	+21,5	143....	14	+0.1,8	−27,3

» Quant à la nébuleuse de Mérope, je l'ai toujours vue facilement dans l'équatorial de 14 pouces (grossissement de 140) dès que les nuits étaient sans Lune et le ciel assez transparent pour montrer les étoiles de 13[e] grandeur; son étendue me paraît très légèrement supérieure à celle que lui donne la Carte de M. Wolf.

» La branche sud passe par les étoiles 158 et 161 et touche presque l'étoile 165 du Catalogue de M. Wolf.

» La branche ouest n'offre aucun golfe au-dessous des anonymes 1 et 7 de Bessel (Wolf, n[os] 91 et 120), et s'étend par une ligne presque droite de Mérope à l'étoile 64 du Catalogue de Wolf.

» La nébuleuse se montre donc à Bordeaux avec une forme très analogue à celle que lui a assignée Goldschmidt. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Fabry, faites à l'observatoire d'Alger au télescope de* $0^m,50$. Note de M. **Ch. Trépied**, présentée par M. Mouchez.

Dates 1886.	Étoiles de comparaison.	Grandeurs.	Ascension droite ✶ — ⋆.	Log. fact. par.	Déclinaison ✶ — ⋆.	Log. fact. par.
			m s		′ ″	
Fév. 12.....	*a* B.D + 25, n° 4934.	7,5	+ 2.44,31	$\bar{1}$,718	+ 4.32,9	0,632
13.....	*b* B.D + 25, n° 4951.	9,0	− 3. 1,25	$\bar{1}$,712	− 0.58,0	0,618
14.....	*c* B.D + 25, n° 4932.	8,8	+ 3.47,39	$\bar{1}$,720	− 0.26,2	0,630
18.....	*d* B.D + 26, n° 4628.	8,0	+ 1.28,76	$\bar{1}$,726	−11. 5,9	0,640
19.....	*e* B.D + 26, n° 4634.	9,4	− 1. 9,37	$\bar{1}$,726	− 1.53,3	0,639

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1886.	Étoiles de comp.	Ascension droite moy. 1886,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1886,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Fév. 12...	*a*	23.19.55,35	−0,77	+25.33.33,8	+1,0	W_2, n° 377, 23h.
13...	*b*	23.25.32,46	−0,76	+25.50.45,3	+0,8	W_2, n° 511, 23h.
14...	*c*	23.18.35,91	−0,79	+26. 2.42,1	+0,7	W_2, n° 350, 23h.
18...	*d*	23.20.22,21	−0,79	+27. 4.49,3	+0,2	W_2, n° 384, 23h.
19...	*e*	23.22.51,36	−0,79	+27. 9.11,4	0,0	B.B, t. VI, n° 4634 + 27°.

Positions apparentes de la comète.

Dates 1886.	Temps moyen d'Alger.	Ascension droite apparente.	Déclinaison apparente.	Nombre de comparaisons.
	h m s	h m s	° ′ ″	
Fév. 12........	7.13.31	23.22.38,89	+25.38. 7,7	8:8
13........	6.52.41	23.22.30,45	+25.49.48,1	8:8
14........	7. 5.21	23.22.22,51	+26. 2.16,6	6:6
18........	6.59.41	23.21.50,18	+26.53.43,6	7:7
19........	6.54.23	23.21.41,20	+27. 7.18,1	6:6

ASTRONOMIE. — *Orbite et éphéméride de la comète* Fabry. Note de M. **Lebeuf**, présentée par M. Mouchez.

« Les éléments de l'orbite résultent des trois lieux normaux suivants :

	Æ.	Ꝺ.
	h m s	° ′ ″
1885. Décembre 3,5......	0.34. 1,70	+ 20.58.53,8
1886. Janvier 9,5........	23.36.31,93	+ 21.14.47,8
» Février 10,5.......	23.22.56,72	+ 25.17.11,7

» Le premier lieu comprend 33 observations, du 1er au 5 décembre 1885 (*Comptes rendus, Bulletin astronomique* et *Astronomische Nachrichten*); le deuxième lieu, les observations du 7 au 11 janvier 1886, savoir : Alger, 7, 8; Hambourg, 7; Nice, 8, 11; Paris, 7, 8, 10. Enfin, le troisième lieu, les observations de Nice : février, 8, 9; Alger : février, 12, 13.

» Les positions théoriques ont été calculées à l'aide des éléments de l'orbite insérés dans les *Comptes rendus* du 25 janvier 1886.

» Les éléments de l'orbite nouvelle sont :

$$T = 1886,\ \text{avril}\ 5,9580.\ \text{Temps moyen de Paris.}$$

$$\left.\begin{aligned} \omega &= 126^\circ.36'.\ 6'',7 \\ \Omega &= 36.22.32,0 \\ i &= 82.36.34,9 \end{aligned}\right\} \text{Équinoxe 1886,0.}$$

$$\log q = 9.807626$$

» Avec une représentation du lieu moyen :

$$\Delta\alpha = +\ 2'',8,$$
$$\Delta\beta = -\ 1'',8.$$

» On en déduit les coordonnées rectangulaires

$$x = r(9,907\,816)\sin(222^\circ.\ 0'.51'',7 + v),$$
$$y = r(9,793\,202)\sin(245.26.59,1 + v),$$
$$z = r(9,991\,153)\sin(141.32.31,6 + v),$$

et l'éphéméride suivante pour minuit, temps moyen de Paris :

Dates. 1886.	Ascension droite apparente.	Déclinaison apparente.	log r.	log Δ.	I.
	h m s	° ′ ″			
Mars 1	23.20.29,5	+29.50.25	9,98732	0,18967	5,7
3	23.20.14,3	30.21.35	9,97437	0,18243	6,2
5	23.19.58,2	30.53.36	9,96126	0,17353	6,9
7	23.19.41,0	31.26.24	9,94802	0,16592	7,6
9	23.19.22,8	31.59.52	9,93470	0,15653	8,4
11	23.19. 3,4	32.33.59	9,92137	0,14632	9,4
13	23.18.43,2	33. 8.34	9,90812	0,13521	10,5
15	23.18.22,5	33.43.28	9,89503	0,12314	11,8
17	23.18. 1,9	34.18.33	9,88223	0,11001	13,0
19	23.17.42,3	34.53.34	9,86986	0,09573	15,0
21	23.17.25,3	35.28.18	9,85808	0,08021	17,0
23	23.17.12,7	36. 2.28	9,84707	0,06332	19,0
25	23.17. 6,9	36.35.45	9,83703	0,04494	22,0
27	23.17.11,4	37. 7.45	9,82816	0,02494	25,0
29	23.17.30,2	37.38. 7	9,82066	0,00315	29,0
31	23.18. 8,8	38. 6.21	9,81472	9,97941	33,0
Avril 2	23.19.13,8	38.31.57	9,81051	9,95353	38,0
4	23.20.53,7	38.54.21	9,80814	9,92529	44,0
6	23.23.18,6	39.12.51	9,80770	9,89446	51,0
8	23.26.41,9	39.26.33	9,80919	9,86074	59,0
10	23.31.19,7	39.34.17	9,81257	9,82383	69,0
12	23.37.33,1	39.34.25	9,81773	9,78331	81,0
14	23.45.49,7	39.24.20	9,82454	9,73876	96,0
16	23.56.45,8	39. 0. 1	9,83281	9,68967	116,0
18	0.11. 9,8	38.14.46	9,84234	9,63551	142,0
20	0.30. 5,3	36.57. 9	9,85293	9,57590	178,0
22	0.54.52,4	34.47.46	9,86438	9,51093	228,0
24	1.26.57,2	31.14.28	9,87650	9,44213	296,0
26	2. 7.18,7	25.30.27	9,88912	9,37454	381,0
28	2.55.17,2	16.51.34	9,90209	9,31964	463,0
30	3.47.28,5	+ 5.35.51	9,91529	9,29470	488,0
Mai 1	4.13.27,0	− 3.52.38	9,92193	9,29753	467,0
15	7.34.48,6	35.43.51	0,01312	9,68404	52,0
Juin 1	8.36.16,4	−40.29.14	0,10936	9,96986	9,0

» A son apparition, la comète a été considérée de 11e,5 grandeur. Cette intensité lumineuse ayant été prise comme unité de comparaison, il en résulte que, vers la fin d'avril, le maximum d'éclat correspondra à celui d'une étoile de 5e grandeur environ. »

ASTRONOMIE. — *Sur les dépressions de l'horizon de la mer.* Note de M. E. PERRIN, présentée par M. Mouchez.

« En mer, comme on sait, la ligne d'horizon sert, en général, de base aux mesures de hauteurs d'astres, et, par suite, la connaissance de la *dépression* de cette ligne au-dessous de l'horizon vrai offre un grand intérêt pour les navigateurs. L'angle de dépression dépend évidemment de la hauteur de l'œil de l'observateur au-dessus du niveau de la mer, mais il est plus ou moins modifié par le coefficient de la réfraction terrestre. Les beaux travaux géodésiques effectués tant en France qu'à l'étranger ont conduit à adopter, pour valeur moyenne de ce coefficient, des nombres variant de $\frac{1}{12}$ à $\frac{1}{16}$; toutefois, ces moyennes ne reposent que sur des observations terrestres. Les déterminations de ce coefficient, faites en pleine mer, loin de l'influence des côtes, sont beaucoup plus rares. Les seules publiées jusqu'à présent ont été effectuées par M. de Tessan, pendant le voyage de circumnavigation de la *Vénus*, de 1837 à 1839. L'ensemble de cent quarante-trois mesures de la dépression lui a donné $\frac{1}{22} = 0,045$ pour valeur de ce coefficient à la mer; mais M. de Tessan ne considère pas ce résultat comme définitif et admet qu'il est probablement encore un peu trop fort.

» Les observations de dépression, reproduites ci-après, ont été prises à bord du *la Galissonnière*, pendant sa dernière campagne dans les mers de Chine (1884-85), avec un cercle à réflexion de Lorieux, muni du petit miroir additionnel de M. Daussy. Pour éliminer l'influence des erreurs possibles d'excentricité, on s'est astreint à ramener toujours l'alidade près de son point de départ, en *croisant* quatre fois l'angle des deux horizons opposés, de sorte que chaque résultat représente, en réalité, la moyenne de 8 fois la dépression cherchée. Toutes les observations ont été faites sur la passerelle supérieure qui entoure la cheminée de la machine, point central où les mouvements du navire sont moins sensibles et d'où l'on domine tout l'horizon. En mesurant la distance de cette passerelle à la flottaison, tant à l'arrivée qu'au départ dans chaque relâche, on a pu tenir compte des

variations de la hauteur des miroirs au-dessus du niveau de la mer, dues à la consommation du charbon. Cette hauteur a varié de 9^m à $9^m,32$; mais, pour faciliter la comparaison des diverses mesures, on les a toutes ramenées à la hauteur de 9^m. Enfin les observations ont été prises, en général, dans les meilleures circonstances de temps, pour écarter l'influence de la hauteur des lames et des mouvements du navire sur la dépression. Grâce à ces diverses précautions et à la remarquable stabilité du *la Galissonnière*, les résultats obtenus méritent, croyons-nous, toute confiance.

Dates.	Heures.	Parages.	Baromètre.	Température : air.	Température : eau.	Dépression.	Remarques.
			mm	°	°	′ ″	
1884. I. 27...	4^h s.	Golfe de Suez.	771	+19,5	+20,0	5.38	Beau temps, faible brise de N.
I. 29...	midi.	Mer Rouge.	766	+24,0	+24,5	5.52	
I. 30...	1^h s.	»	765	+26,8	+25,6	5.50	Beau temps, calme.
II. 1er..	midi.	»	768	+25,2	+24,8	5.52	
	4^h s.	»	767	+25,3	+25,0	5.44	
II. 2...	9^h m.	Golfe d'Aden.	768	+25,5	+25,0	5.52	Très beau temps.
II. 5...	7^h m.	»	766	+25,0	+24,5	5.42	Soleil élevé de 2°.
II. 6...	midi.	»	765	+26,0	+25,0	5.36	
	4^h s.	»	767	+26,0	+25,5	5.38	
II. 8...	1^h s.	Mer des Indes	768	+27,0	+26,0	5.21	Bon horizon.
	5^h s.	»	766	+26,5	+25,5	5.31	
II. 9...	9^h m.	»	767	+26,0	+25,0	5.36	Beau temps, petite brise de N.-E.
	midi.	»	767	+26,5	+25,5	5.44	
	4^h s.	»	765	+27,0	+26,0	5.22	
II. 10...	10^h m.	»	767	+26,5	+25,5	5.27	
	midi.	»	767	+27,0	+26,0	5.57	
	5^h s.	»	766	+26,5	+26,0	5.47	
II. 11...	9^h m.	»	767	+27,0	+23,0	5.40	
	midi.	»	768	+28,0	+26,5	5.41	
	6^h s.	»	766	+27,0	+26,0	5.33	
II. 12...	midi.	»	768	+27,5	+27,0	5.48	
	5^h s.	»	767	+27,0	+26,5	5.40	
II. 13...	9^h m.	»	767	+27,5	+27,0	5.35	
	2^h s.	»	767	+28,0	+28,0	5.30	
	5^h s.	»	765	+27,5	+26,5	5.37	
II. 20...	9^h m.	»	767	+27,5	+26,5	5.26	
	1^h s.	»	768	+29,0	+26,0	5.24	
II. 21...	9^h m.	»	766	+27,5	+27,0	5.23	
	1^h s.	»	765	+28,5	+27,5	5.35	
II. 22...	8^h m.	»	767	+28,0	+27,0	5.35	
	2^h s.	»	767	+28,5	+28,0	5.38	
	5^h s.	»	765	+28,3	+27,5	5.27	
III. 1er..	1^h s.	Mer de Chine.	765	+28,0	+27,0	5.31	
III. 2...	1^h s.	»	765	+27,5	+27,0	5.26	
III. 3...	1^h s.	»	765	+29,0	+26,0	5.28	
III. 4...	2^h s.	»	766	+25,5	+25,0	5.49	
III. 5...	1^h s.	»	765	+26,0	+24,0	5.26	
III. 6...	2^h s.	»	762	+24,0	+23,0	5.16	
V. 13...	1^h s.	»	766	+16,5	+14,5	5.41	

Dates.	Heures.	Parages.	Baromètre.	Températures air.	Températures eau.	Dépression.	Remarques.
			mm	o	o	′ ″	
84. V. 14...	9h m.	Mer de Chine.	764	+14,0	+13,0	5.33	Beau temps, presque calme.
	1h s.	»	764	+16,0	+15,0	5.17	Légère brise, très belle mer.
	4h s.	»	763	+15,5	+13,2	4.48	Horizon gras, brumasseux.
	6h s.	»	763	+14,0	+13,0	5. 2	Horizon légèrement gras.
VII. 13...	midi.	»	759	+23,5	+22,5	5.24	Très bel horizon, légère brise de N.
VII. 14...	1h s.	»	758	+22,0	+19,0	5.23	Petite brise d'E., un peu de tangage.
	7h s.	»	756	+21,0	+18,5	5.18	Id.
-85. IX. 29...	8h m.	»	763	+20,0	+21,0	5.34	Petite brise de SE.
	midi.	»	764	+22,5	+21,5	5.38	Bel horizon.
	5h s.	»	763	+23,0	+21,5	5.22	Petite brise du N., temps superbe.
XII. 2...	10h m.	»	764	+25,0	+23,0	5.17	Très beau temps, petite brise de N.-E.
	midi.	»	764	+26,0	+23,5	5.44	
	5h s.	»	762	+27,0	+24,0	5.13	
XII. 3...	9h m.	»	764	+26,0	+25,0	5.23	
	midi.	»	764	+27,0	+26,0	5.34	
	4h s.	»	761	+26,5	+25,5	5.19	
XII. 4...	8h m.	»	761	+26,0	+25,0	5. 6	
	1h s.	»	761	+26,5	+25,5	5.14	
	5h s.	»	759	+28,0	+25,5	5.22	
XII. 5...	1h s.	»	760	+30,0	+27,0	5.33	Très beau temps, bel horizon.
XII. 13...	3h s.	Mer des Indes.	755	+29,0	+28,0	5.27	Beau temps, bon horizon.
XII. 14...	midi.	»	757	+28,0	+27,5	5.47	Beau temps, presque calme.
	4h s.	»	756	+28,0	+27,0	5.37	Petite brise d'E.-N.-E.

» L'ensemble de ces soixante-deux dépressions, toutes prises au large, donne, pour valeur moyenne de la dépression apparente : 5′31″,5. La dépression géométrique correspondante étant 5′46″,8 pour 9m de hauteur, on en conclut $\frac{1}{23}$ environ pour le coefficient de la réfraction géodésique en mer. La concordance de ce résultat avec celui obtenu par M. de Tessan, il y a près d'un demi-siècle, prouve que le coefficient 0,08, admis dans la construction de la plupart des Tables de dépression, est beaucoup trop fort et qu'il y a lieu d'y substituer la valeur 0,045 ou, tout au moins, 0,05. »

MÉCANIQUE. — *Calcul des régulateurs. Marche rationnelle à suivre, en pratique, pour l'établissement d'un appareil de régulation à action indirecte.* Note de M. **H. Léauté**, présentée par M. Phillips.

« Nous avons eu l'honneur de présenter à l'Académie, dans la séance du 19 janvier 1885, un Mémoire théorique sur les oscillations à longues périodes dans les machines actionnées par des moteurs hydrauliques et sur les moyens de prévenir ces oscillations. Ce Mémoire, dont l'Académie a bien

voulu voter l'insertion au *Recueil des Savants étrangers*, a été l'objet d'un Rapport dans lequel M. Phillips nous engage, au nom de la Commission, à déduire les conséquences pratiques qui résultent de nos recherches afin d'en faciliter l'application à ceux qui installent des moteurs hydrauliques. La présente Communication a pour but de déférer à ce désir, en faisant connaître le procédé rationnel d'établissement des régulateurs à action indirecte, conséquence de l'ordre d'idées qui nous a guidé dans l'étude des oscillations à longues périodes.

» Un appareil de régulation à action indirecte se compose de deux parties distinctes : le mécanisme de commande chargé de mouvoir la vanne, l'appareil à boules qui actionne ce mécanisme. On a considéré trop exclusivement jusqu'ici cette dernière partie et c'est là certainement l'origine de tous les mécomptes.

» Le mécanisme de commande est caractérisé par ce que nous avons appelé la vitesse relative du vannage ε (1).

» L'appareil à boules, dans le cas idéal où les frottements n'existeraient pas, serait déterminé par le degré d'isochronisme correspondant à l'étendue n de la zone de régime (2) et cette quantité n interviendrait seule dans son fonctionnement. Mais dans un mécanisme ordinaire où les résistances passives ne sauraient disparaître, le régulateur doit vaincre ces résistances et effectuer un certain travail, ce qui introduit un nouveau paramètre. Ce paramètre ν (3) correspond à un troisième élément qui est la puissance du régulateur (4). Pour que les oscillations à longues périodes ne puissent se produire, ν doit satisfaire, avec les autres quantités fondamentales n et ε, à une relation essentielle que nous avons fait connaître (5).

» En somme, on a trois éléments à déterminer; la vitesse relative du

---

(1) Le chemin parcouru par la vanne étant proportionnel à celui parcouru par la machine depuis le début de l'embrayage, c'est le rapport de proportionnalité que nous représentons par ε.

(2) La zone de régime est limitée par les deux vitesses entre lesquelles le mécanisme de commande n'est pas en jeu, et l'écart de ces deux vitesses, exprimé en nombre de tours, donne n.

(3) La quantité ν représente la variation de vitesse nécessaire pour vaincre les résistances qui s'opposent à l'embrayage et au débrayage du mécanisme de commande.

(4) Nous entendons par puissance d'un régulateur le rapport entre l'effort développé sur le manchon par une petite variation de vitesse et cette variation. C'est un certain nombre de kilogrammes.

(5) *Loc. cit.*, Chap. V, § 4, p. 106.

vannage, le degré d'isochronisme et la puissance de l'appareil à boules.

» Lorsque ces trois éléments sont connus, le mouvement de la machine et de son vannage est entièrement fixé et nous avons indiqué un procédé graphique qui fournit tous les détails de ce mouvement ([1]).

» Ce procédé, par le fait seul qu'il donne le moyen de déterminer l'effet d'un régulateur donné, permet de trouver un appareil satisfaisant à des conditions fixées d'avance.

» C'est là la méthode générale et complète, mais l'épure à faire exige quelque soin et l'on peut se contenter, dans les cas ordinaires, d'une méthode de calcul très rapide et suffisamment exacte que nous allons exposer.

» Cette méthode suppose remplies certaines conditions, d'ailleurs généralement satisfaites; il faut que la zone de régime corresponde au maximum de rendement, ce qui est le cas des moteurs convenablement établis; il faut aussi que la force dépensée varie, pour une même vitesse, proportionnellement à l'ouverture de la vanne, ainsi que cela a toujours lieu dans les limites où l'on considère les déplacements de cette vanne.

» Sous ces réserves, on peut admettre entre une perturbation de grandeur X dans la résistance $\mathcal{R}$ et la variation correspondante Z dans le nombre de tours par minute, variation comptée en dehors de la zone de régime, la relation ([2])

$$(1) \qquad \frac{Z}{\mathcal{N}} = \frac{\frac{\mathcal{A}}{4A\varepsilon}\left(\frac{X}{\mathcal{R}}\right)^2}{1+\frac{\mathcal{A}}{4A\varepsilon}\left(\frac{X}{\mathcal{R}}\right)^2}.$$

» D'autre part, la condition de non-production des oscillations à lon-

---

([1]) *Loc. cit.*, Chap. VII, p. 122.

([2]) Dans cette formule $\mathcal{N}$ est le nombre de tours correspondant à la vitesse moyenne de régime, $\mathcal{A}$ est l'ouverture moyenne de vanne qui convient à l'état de régime après la perturbation, A est la caractéristique mécanique de la machine, c'est-à-dire le nombre de tours que cette machine peut encore effectuer lorsqu'en marche normale on supprime brusquement l'arrivée de l'eau.

Analytiquement cette constante A a pour expression $\frac{\Sigma\frac{1}{2}mv^2}{A}$, où A est le travail effectué en un tour de la machine. Cette expression montre que l'on pourra toujours obtenir A par le calcul; mais il sera possible la plupart du temps d'évaluer cette quantité par comparaison avec des installations analogues où on l'aura déterminée par expérience.

gues périodes est

$$(2) \qquad \nu = \frac{1}{\mu} n^2 \frac{\mathcal{A}}{4\Lambda\varepsilon},$$

où μ est un coefficient de sécurité qui, dans les conditions ordinaires de la pratique, peut être pris égal à 2.

» Les trois quantités n, X et Z sont fixées par une discussion préalable; elles résultent de la nature du travail à effectuer, des variations qu'il peut éprouver et du degré de régularité qu'il exige.

» Les valeurs de X et de Z étant déterminées, la valeur de ε s'en déduit par la relation (1); on conclut ensuite de la formule (2) la valeur de ν.

» Ayant cette valeur de ν, il suffit, pour calculer la puissance Φ du régulateur, de connaître la somme k des efforts que l'on doit demander au manchon de l'appareil à boules pour vaincre les résistances que présentent l'embrayage et le débrayage du mécanisme de commande; cette quantité k, que l'on exprime en kilogrammes, est connue, puisque, par la valeur calculée de ε, le mécanisme de commande est déterminé.

» La puissance Φ cherchée est alors donnée par l'expression $\dfrac{k}{\frac{\nu}{\mathcal{N}} - \sigma}$; σ est la caractéristique de la stabilité du régulateur considéré en lui-même et représente sa résistance propre au mouvement; c'est, en général, une petite fraction, mais qui, même avec les appareils très soignés, ne descend pas au-dessous de $\frac{1}{2}$ pour 100.

» Dans les appareils de construction ordinaire σ varie de 2 à 4 pour 100.

» La puissance est ainsi connue et, comme la course du manchon résulte d'ailleurs de n, l'appareil à boules est complètement déterminé.

» Il peut arriver que les valeurs primitivement fixées pour n et Z conduisent à une valeur de $\frac{\nu}{\mathcal{N}}$ inférieure à σ ou à une puissance exagérée du régulateur. Cela prouve alors que les conditions initiales choisies sont impossibles à remplir; on doit se contenter d'une régularité moindre et reprendre le calcul en admettant pour n ou pour Z des valeurs plus grandes. »

GÉOMÉTRIE CINÉMATIQUE. — *Sur l'hyperboloïde articulé et l'application de ses propriétés à la démonstration du théorème de M.* de Sparre. Note de **M. A. Mannheim.**

« Conservons les notations de mes dernières Communications et, pour le démontrer directement, reprenons ce théorème :

» *Les points e, f, g d'une droite mobile* L *sont liés par des tiges aux points e', f', g' d'une droite fixe* O : *les autres points de* L *se déplacent aussi sur des sphères dont les centres sont sur* O.

» Appelons toujours $\left(\frac{\mathrm{H}}{2}\right)$ l'hyperboloïde déterminé par ee', ff', gg' pour une position de L. Cet hyperboloïde est le lieu des normales aux surfaces trajectoires des points de L. La normale à la surface trajectoire $[l]$ du point arbitraire l de L est la génératrice ll' de $\left(\frac{\mathrm{H}}{2}\right)$, le point l' de O étant tel que les rapports anharmoniques des points e', f', g', l' et des points e, f, g, l soient égaux. Ce point l' est alors bien déterminé indépendamment de la position de L; donc : *les normales à la surface* $[l]$ *passent par un même point de* O ; *cette surface est donc une sphère dont le centre est un point de cette droite.* Comme l est arbitraire, le théorème est démontré.

» Pour le point m, où L est rencontrée par la génératrice de $\left(\frac{\mathrm{H}}{2}\right)$ parallèle à O, le centre de la sphère $[m]$ est à l'infini; on retrouve ainsi que *le point m décrit un plan* (π) (¹).

» Supposons que L se déplace normalement aux trajectoires de ses points. Entraînons avec L le plan (ee', L) normalement à la trajectoire (e) de e. La caractéristique de ce plan, qui est l'axe de courbure de (e), passe par e' et par le point η, où ce plan touche la surface (L). Ce point η est alors le point où le plan (ee', L), qui est tangent en e à $\left(\frac{\mathrm{H}}{2}\right)$, est normal à cette surface. Ainsi, *lorsque* L *reste normale aux trajectoires de ses points, l'axe de courbure de* (e) *est la droite qui joint le point* e', *où le plan tangent en* e *à* $\left(\frac{\mathrm{H}}{2}\right)$ *coupe* O, *au point* η *où ce même plan est normal à cet hyperboloïde.*

» Puisque e et η sont les points où un plan, qui passe par L, est tangent

(¹) Notre démonstration montre bien qu'il n'y aura pas sur L de point décrivant un plan, si les tiges ee', ff', gg' appartiennent à un paraboloïde hyperbolique.

ou normal à $\left(\frac{H}{2}\right)$, ces deux points ne peuvent se confondre et le rayon de courbure de la trajectoire d'un point de L ne peut être nul. Ceci est vrai pour *m*, qui décrit l'herpolhodie (σ), comme nous l'avons démontré; donc :

» *L'herpolhodie* (σ), *lieu des points de contact de l'ellipsoïde* (E), *dont le centre est fixe, et du plan* (π) *sur lequel il roule, ne peut avoir de points de rebroussement* (¹).

» Supposons que *m*, qui reste sur (π), soit le point central sur la génératrice L de $\left(\frac{H}{2}\right)$ (²); alors, d'après ce qui précède, on voit que *l'axe de courbure de la trajectoire de m est à l'infini*, et par suite *le point m est un point d'inflexion sur* (σ)(³).

» Reprenons l'hyperboloïde (H). Par rapport au point *m*, (H) et $\left(\frac{H}{2}\right)$ sont homothétiques; par conséquent, si ce point *m* est point central sur la génératrice L de $\left(\frac{H}{2}\right)$, il est aussi le point central sur cette droite, génératrice de (H). D'après cela et ce qui précède, on voit que, *si l'ellipsoïde* (E), *dont le centre est fixe, est normal à* G *en m, point central sur* L, *il touchera le plan* (π), *sur lequel il roule, aux différents points de l'herpolhodie* (σ), *et le point m est un point d'inflexion de cette courbe.*

» Examinons maintenant si l'ellipsoïde (E) peut être quelconque. Prenons le plan des *xy* comme plan de projection. Les génératrices G, L de l'hyperboloïde (H) se projettent (*fig.* 1) en G', L' suivant des tangentes à l'ellipse de gorge de (H) et leur point de rencontre *m* se projette en *m'*. La corde de contact de ces tangentes est la trace du plan tangent en *m* à (H). Si *m* est le point central sur L, le plan (*o*, L) est normal en ce point à (H), et la projection de la normale en *m* à (H) est alors la perpendiculaire abaissée de *m'* sur cette corde; en outre, la trace de cette normale sur le plan des *xy* doit être sur la trace du plan (*o*,L), et extérieurement à l'ellipse de gorge. D'après cela, si G' touche cette el-

---

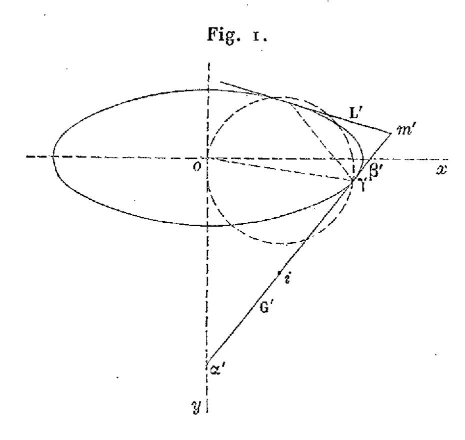
(¹) De Sparre, *Annales de la Société scientifique de Bruxelles*, p. 253; 1885.

(²) Afin de se trouver dans ces conditions, il suffit de déformer l'hyperboloïde articulé $\left(\frac{H}{2}\right)$ en prenant comme droite fixe la génératrice parallèle à celle qui passe par le point central d'une autre génératrice.

(³) On arrive aussi à ce résultat en faisant usage de ce que nous avons trouvé précédemment pour l'axe de courbure de la polhodie engendrée par le point central d'une génératrice de (H).

lipse en γ, le point où L' touche cette courbe doit être à l'intérieur de la circonférence décrite sur $o\gamma$ comme diamètre. De plus, comme m est,

Fig. 1.



sur (E), le pied de la normale G à cette surface, ce point m est d'un même côté sur G par rapport à α, β, γ, où G rencontre les plans principaux de (H).

» Ainsi, lorsque m est le point central sur L, sa projection m' ne peut être que comme on le voit sur la figure.

» Soient α', β' les projections de α, β, et i le milieu de $\gamma\alpha'$. La projection de m' sur le petit axe de l'ellipse est à l'intérieur de cette courbe; la projection de i sur le même axe est à l'extérieur de cette courbe; on a alors

$$m'\beta' < \frac{m'i}{2} \qquad \text{ou} \qquad \frac{1}{m'\beta'} > \frac{2}{m'i}.$$

» Comme $\frac{2}{m'i} = \frac{1}{m'\gamma} + \frac{1}{m'\alpha'}$, on a alors $\frac{1}{m'\beta'} > \frac{1}{m'\gamma} + \frac{1}{m'\alpha'}$.

» Mais $m'\alpha'$, $m'\beta'$, $m'\gamma$ sont proportionnels aux segments $m\alpha$, $m\beta$, $m\gamma$, et ces segments sont proportionnels aux carrés des demi-axes de (E); donc, $\bar{a}$, $\bar{b}$, $\bar{c}$ étant ces demi-axes,

$$\frac{1}{\bar{b}^2} > \frac{1}{\bar{a}^2} + \frac{1}{\bar{c}^2}.$$

D'après cela, (E) ne peut être un ellipsoïde central. *On voit que : un ellipsoïde quelconque* (E), *dont le centre est fixe et qui roule sur un plan, touche ce plan aux différents points d'une herpolhodie qui peut avoir des points d'inflexion.* Mais, *lorsque l'ellipsoïde qui roule est un ellipsoïde central, l'herpolhodie ne présente pas de point d'inflexion.*

» Nous retrouvons ainsi le théorème de M. de Sparre (¹).

» Il est curieux que, dans ma théorie géométrique de l'hyperboloïde articulé, où j'ai pris comme point de départ le théorème de M. A.-G. Greenhill (²), le théorème d'Ivory et celui de M. de Sparre se trouvent rapprochés; ces théorèmes ne paraissaient avoir entre eux aucun lien. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le galvanomètre apériodique Deprez-d'Arsonval, employé comme galvanomètre balistique*. Note de M. **Ledeboer**, présentée par M. Lippmann.

« Lorsqu'on cherche la relation qui existe entre la déviation constante α produite par un courant permanent d'intensité i et l'impulsion δ produite par le passage d'une quantité d'électricité q pour le galvanomètre Deprez-d'Arsonval, on est amené à résoudre l'équation différentielle qui représente le mouvement du cadre. Cette équation peut se mettre sous la forme suivante :

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} + \frac{1}{R}\frac{\pi^4}{T^4}\frac{\alpha^2}{i^2}\Sigma mr^2\frac{d\theta}{dt} + \frac{\pi^2}{T^2}\theta = \frac{\pi^2}{T^2}\frac{\alpha}{i}I$$

lorsque le galvanomètre est traversé par un courant d'intensité I.

» Toutes les constantes qui entrent dans l'équation,

R résistance totale du circuit;

$\frac{\alpha}{i}$ constante du galvanomètre;

Σmr^2 moment d'inertie du cadre mobile,

T durée d'une oscillation simple à circuit ouvert,

peuvent être déterminées directement par l'expérience. On peut donc résoudre cette équation chaque fois qu'on se donne les conditions initiales.

» Le genre de mouvement dépend des racines de l'équation caractéristique. Lorsque les racines sont imaginaires, le mouvement est oscillatoire;

(¹) J'en ai déjà publié une démonstration purement géométrique (séance du 13 avril 1885). Mon travail a appelé l'attention des géomètres sur ce théorème, mais les démonstrations qu'ils en ont données, comme celle de M. de Sparre lui-même, sont analytiques.

(²) A l'occasion de ce théorème, citons l'intéressant travail de M. J. Larmor, *On Possible Systems of Jointed Wickerwork, and their Degrees of Internal Freedom* (*Proceedings of the Cambridge Philosophical Society*, 1884).

mais, lorsque les racines sont réelles, le galvanomètre est apériodique, et le cadre, écarté brusquement par le passage de la quantité d'électricité q, revient à la position d'équilibre sans la dépasser.

» On obtient des formules simples lorsque l'on considère le cas limite pour lequel les racines de l'équation caractéristique sont égales. La résistance totale du circuit qui correspond à ce cas est donnée par la formule

$$R = \frac{1}{2} \frac{\pi^3}{T^3} \frac{\alpha^2}{i^2} \Sigma m r^2.$$

» Pour trouver, dans ce cas, l'impulsion δ due au passage de la quantité d'électricité q, il faut résoudre l'équation différentielle sans second membre avec les conditions initiales

$$t = 0, \qquad \theta_0 = 0, \qquad \left(\frac{d\theta}{dt}\right)_0 = \frac{\pi^2}{T^2} \frac{\alpha}{i} q.$$

On trouve ainsi la formule

$$\delta = \frac{\alpha}{i} \frac{\pi}{T} \frac{1}{e} q.$$

Ce cas se réalise par la décharge d'un condensateur, le galvanomètre étant pourvu d'un shunt tel que la résistance totale du circuit est égale à R.

» En enlevant le shunt, on obtient un circuit ouvert, et la décharge du même condensateur donne, dans ces conditions, lieu à une déviation δ' donnée par l'équation

$$\delta' = \frac{\alpha}{i} \frac{\pi}{T} q,$$

ce qui donne pour le rapport des déviations la relation $\frac{\delta'}{\delta} = e = 2,72$, base des logarithmes népériens.

» La vérification expérimentale de ces formules a été faite à l'aide de deux galvanomètres Deprez-d'Arsonval, l'un à aimant permanent et l'autre à électro-aimants. La résistance limite ne peut s'observer qu'avec une approximation de 5^{ohms} à 10^{ohms}. Le Tableau suivant contient le résultat des expériences :

	Aimant permanent.	Électro-aimant.
Résistance totale calculée	337^{ohms}	515^{ohms}
» observée	337	523
Rapport observé	2,52	2,68
Rapport théorique e	2,72	2,72

» L'écart entre la théorie et l'expérience paraît provenir principalement de ce que le champ magnétique n'est pas constant. Cette constance est plus grande dans le galvanomètre à électro-aimant, et dans ce cas la concordance est aussi plus satisfaisante (1). »

CHIMIE. — *Sur les spectres de l'erbine.* Note de M. **W. Crookes**, présentée par M. Lecoq de Boisbaudran.

« J'ai récemment réussi à obtenir la terre *erbine* dans un état assez pur pour me permettre d'examiner son spectre phosphorescent sans que celui-ci fût masqué par suite de la présence des terres : yttria, samarine, holmine, thuline, Yα, ou ytterbine. De même que dans le cas de l'yttria (2), on observe mieux le spectre de l'erbine quand on chauffe préalablement jusqu'au rouge le sulfate et qu'on le soumet ensuite à l'action de l'étincelle électrique dans le vide. L'addition de sulfate de chaux nuit à la pureté du spectre. Ainsi l'erbine diffère de la samarine en ce que cette dernière terre semble avoir besoin de la présence d'une autre terre pour montrer ses propriétés phosphorescentes.

» Le spectre phosphorescent de l'erbine consiste en quatre bandes vertes, pour lesquelles on a trouvé les positions suivantes :

Échelle du spectroscope.	λ.	$\frac{1}{\lambda^2}$.	
9°,750	556,4	3230 env.	Centre d'une large bande qui s'affaiblit vers chacun de ses bords.
9,650	545,0	3367 env.	Centre d'une bande moins large et moins brillante que la première.
9,525	531,8	3536 env	Centre d'une bande mince, brillante et bien marquée sur chaque bord.
9,400	519,7	3702 env.	Centre d'une bande qui ressemble beaucoup à la première, mais est plus brillante.

» Ces bandes n'occupent la place d'aucune de celles des spectres de l'yttrium ou du samarium. La ressemblance est assez grande entre la pre-

(1) Ce travail a été exécuté au laboratoire d'enseignement de la Faculté des Sciences.

(2) *Phil. Trans., Pl. III,* p. 913 (71e par.).

mière bande verte de l'erbine et la bande verte du samarium; mais, quand les deux spectres sont examinés l'un sur l'autre, on voit que la bande du samarium est moins réfrangible que celle de l'erbium.

» La première bande verte de l'Yα est située entre la première et la deuxième bande verte de l'erbine. La seconde bande verte de l'Yα se place entre la deuxième et la troisième bande verte de l'erbine.

» L'erbine à l'état de pureté est d'une belle couleur rose; éclairée par le soleil ou par la lumière électrique et vue au spectroscope, elle donne un spectre de raies et de bandes noires aussi nettes que les raies de Fraunhofer. Il est curieux que cette propriété si marquée ait été si peu observée. La seule Note y relative que je connaisse rapporte une observation de M. Clève qui dit que « la lumière réfléchie par l'erbine sèche donne des bandes d'absorption ».

» Le spectre d'absorption d'une solution de chlorure d'erbium pur diffère, par quelques détails, de ce qu'indiquent les observations plus anciennes, puisque les raies d'absorption de l'holmium et du thulium n'y existent plus.

» Le beau groupe de raies de la partie verte du spectre par réflexion ne se montre pas dans le spectre par absorption.

» Le spectre des raies très brillantes, qu'on voit quand l'erbine est portée à l'incandescence au moyen d'un chalumeau, a été souvent observé; mais, dans ce cas, les raies se détachent sur un faible spectre continu et ne sont pas très bien marquées, tandis que le spectre par réflexion se compose de raies noires très bien marquées, apparaissant sur un spectre brillant continu. »

CRISTALLOGRAPHIE. — *Sur la cristallisation du paratartrate de soude et d'ammoniaque.* Note de M. **J. Joubert**, présentée par M. Pasteur.

« Dans une Note présentée à la séance du 22 février et insérée dans le dernier *Compte rendu*, M. Bichat décrit plusieurs procédés qui lui ont permis d'obtenir la cristallisation du paratartrate de soude et d'ammoniaque, sous forme de paratartrate sans dédoublement en tartrate gauche et tartrate droit.

» Je demande la permission de rappeler une méthode que j'ai employée, il y a une dizaine d'années, dans le laboratoire de M. Pasteur, et qui m'avait conduit au même résultat. Cette méthode consiste à faire passer, avec toutes

les précautions usitées pour écarter les poussières atmosphériques, un courant continu d'air sec sur la dissolution du sel. L'évaporation progressive du dissolvant amène fatalement la solidification du sel dissous. Au lieu de la cristallisation précipitée et confuse qu'on aurait pu attendre de pareilles conditions, j'ai obtenu, dans toutes les expériences, de magnifiques cristaux de paratartrate sans facettes hémiédriques, d'une régularité parfaite et atteignant parfois plusieurs centimètres de côté.

» Quelques échantillons de ces cristaux ont été conservés dans la collection du laboratoire de M. Pasteur. Ils ont perdu leur transparence, sans rien perdre de leur netteté ni de leur dureté.

» M. **Pasteur**, en présentant cette Note, ajoute :

« Je me fais un devoir de déclarer que les résultats signalés dans la Note qui précède, par M. Joubert, sont d'une parfaite exactitude. Mon laboratoire possède encore les échantillons des cristaux dont il s'agit. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les relations entre les variations du magnétisme terrestre et les phénomènes observés sur le Soleil.* Note de M. **H. Wild**, présentée par M. Mascart.

« Dans une Note, publiée dans le *Bulletin de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg* (octobre 1885), j'ai montré que les changements dans l'éclat et dans la grandeur d'une protubérance observée par M. Trouvelot, le 16 août 1885 (*Comptes rendus*, t. CI, p. 475), à Paris, coïncident parfaitement, quant au temps du début et de la fin, avec une perturbation des trois éléments magnétiques et surtout de la composante horizontale, enregistrée par le magnétographe de l'observatoire météorologique et magnétique à Pawlowsk (près de Saint-Pétersbourg).

» Depuis, M. Trouvelot a bien voulu me communiquer quatre autres observations, du même genre, qu'il a faites, à différentes époques, sur des protubérances.

» L'une de ces observations, décrite dans les *Comptes rendus* du 6 juillet 1885 (p. 50), a été faite par M. Trouvelot le 26 *juin* 1885, dès $1^h 25^m$, temps moyen de Paris, ou $3^h 17^m$ de Pawlowsk. La hauteur de cette protubérance, ainsi que d'une seconde, au bord du Soleil, atteignait 10′, mais leur activité était, au moment de l'observation, déjà décroissante, et l'une

d'elles disparaissait déjà dix minutes plus tard. Les enregistrements du magnétographe, à Pawlowsk, pour cette époque, accusent une forte perturbation des trois éléments magnétiques : déclinaison, intensité horizontale et intensité verticale, laquelle a commencé subitement le 25 juin, à $0^h 30^m$ a. m., temps moyen de Pawlowsk, et a fini vers 11^h a. m. du 26 juin, c'est-à-dire environ quatre heures avant le commencement de l'observation de M. Trouvelot. Mais, comme les protubérances se trouvaient alors déjà en décroissance, il se pourrait bien qu'il y ait eu coïncidence entre les deux phénomènes.

» Le 23 novembre 1884, à $10^h 40^m$ a. m., temps moyen de Cambridge (États-Unis), ou $5^h 26^m$ p. m. de Pawlowsk, M. Trouvelot a observé, à l'observatoire de Cambridge, une grande protubérance, située à 225°, qui s'élevait à 8′, mais qui n'était pas très brillante. Bientôt après, le ciel se couvrait et il n'a pu la revoir qu'à $2^h 30^m$ p. m.; alors elle était diminuée et n'avait plus que 6′30″ d'élévation. D'après les courbes magnétiques de Pawlowsk, pour cette époque, la déclinaison et l'intensité horizontale ont été troublées le 23 novembre, mais beaucoup moins fortement que le 25 juin 1885; la perturbation atteignait, ce jour, son maximum à $8^h 37^m$ p. m., temps moyen de Pawlowsk, ou $1^h 51^m$ p. m. de Cambridge.

» Une très brillante protubérance a été observée à Cambridge, en même temps, par M. le Professeur Young et par M. Trouvelot, le 7 octobre 1880, à $9^h 30^m$ a. m., temps moyen de Cambridge. La protubérance, située à 155°, s'élevait de 3′ au-dessus de la surface solaire; à $10^h 30^m$ a. m., elle n'avait même que la moitié de cette hauteur; mais à 11^h a. m., elle était devenue très brillante et double de hauteur et, continuant à se développer, elle atteignit à midi la hauteur énorme de 13′. Une demi-heure plus tard la protubérance avait disparu. Le même jour, les courbes magnétiques, à Pawlowsk, pour la déclinaison et la force horizontale, accusent des perturbations par leur sinuosité, et les irrégularités atteignent un maximum à 7^h p. m., temps moyen de Pawlowsk ($0^h 14^m$ p. m. Cambridge), mais l'amplitude assez petite de ces perturbations ne paraît pas être en proportion avec l'éclat et la hauteur de la protubérance mentionnée.

» Enfin, le 10 avril 1880, M. Trouvelot observait de même à Cambridge une grande tache, située à 260° et très proche du limbe. Tout près de cette tache et sur le bord de la chromosphère, il remarqua un groupe protubérantiel très brillant, qui changeait rapidement et s'élevait et s'abaissait alternativement de midi à 4^h p. m. entre les limites 0′15″ et 1′15″ de hauteur. Ce n'est que la courbe de déclinaison qui indique pour ce jour, à Pawlowsk,

de 4^h jusqu'à 10^h p. m. (9^h14^m a. m. jusqu'à 3^h14^m p. m. de Cambridge) de petites perturbations bien distinctes.

» Il y avait donc, pour toutes ces observations de protubérances, des perturbations magnétiques correspondantes, mais dans aucun de ces cas la coïncidence n'a été si marquée que pour la protubérance du 16 août 1885. En outre, pour la dernière protubérance, qui n'a atteint qu'une hauteur de 9′30″, l'amplitude de la perturbation magnétique a été au moins cinq fois plus grande que pour celle du 7 octobre 1880, qui avait 13′ de hauteur maximum.

» Pour pouvoir établir d'une manière sûre les relations entre les perturbations magnétiques et les protubérances solaires, comme on l'a déjà fait concernant les périodes des premières et les périodes du nombre des taches, il paraît donc nécessaire de poursuivre ces études et de prier à cet effet les astronomes de vouloir bien, en suivant l'exemple de M. Trouvelot, publier en détail les observations accidentelles faites par eux sur les changements subits des protubérances. Afin de rendre ces observations moins fortuites et rares, j'ai proposé de mon côté, dans la Note mentionnée, que les observatoires magnétiques soient munis des instruments nécessaires pour observer et photographier le Soleil; ainsi les observateurs, avertis de l'apparition d'une perturbation magnétique par l'observation des instruments magnétiques, pourront tout de suite observer le Soleil et en prendre des photographies multiples à de courts intervalles de temps, pour constater des changements dans l'état de la photosphère. De cette manière nous arriverons probablement, dans un plus court espace de temps, à la connaissance des lois qui lient les variations magnétiques aux phénomènes sur le Soleil. »

M. **Mascart** présente, au sujet de cette Communication, les remarques suivantes :

« Pour compléter ces résultats, j'ajouterai quelques indications sur les courbes magnétiques obtenues à l'observatoire du Parc Saint-Maur, aux dates indiquées par M. Wild, sauf celles de 1880, qui sont antérieures à l'installation de notre enregistreur magnétique. M. Moureaux m'a remis la Note suivante, sur les perturbations qui correspondent aux trois dernières observations de M. Trouvelot :

» 23-24 *novembre* 1884. — Faible perturbation, qui débute le 23 à 0^h30^m du matin (temps moyen du Parc Saint-Maur) et persiste jusqu'à 7^h du matin le 24. Le maximum de la perturbation s'est produit pour la composante horizontale vers 6^h50^m du soir,

et pour la déclinaison vers 10h45m du soir. La composante verticale n'a pas été affectée d'une manière sensible.

» 24-26 *juin* 1885. — Forte perturbation accusée par les trois boussoles. Elle a débuté brusquement le 24 à 10h40m du soir et s'est prolongée jusque vers 9h du matin le 26. Cette perturbation est une des plus intenses de l'année.

» 16 *août* 1885. — Perturbation caractérisée plutôt par l'état d'agitation des barreaux que par l'amplitude de leurs oscillations. De 7h20m à 11h du matin notamment, les trois barreaux étaient animés de mouvements vibratoires. Dans leur ensemble, les courbes de la déclinaison et de la composante verticale diffèrent peu de leur allure régulière; on y retrouve assez nette l'oscillation principale. La courbe de la composante horizontale est moins régulière, et la variation diurne de cet élément a atteint ce jour-là une valeur de beaucoup supérieure à la moyenne mensuelle.

» Autant qu'on en peut juger par une courte description, l'accord des observations du Parc Saint-Maur et de Pawlowsk est tout à fait satisfaisant. Il semble donc bien démontré que les grands mouvements de l'atmosphère solaire se révèlent sur la Terre par une agitation de l'aiguille aimantée; mais l'inverse est-il exact, et les aurores polaires qui s'accompagnent d'orages magnétiques sont-elles liées aussi aux phénomènes solaires?

» D'autre part, les grandes perturbations magnétiques se manifestent presque au même instant sur toute la surface du globe, quoique avec des modifications dans les détails, et la nature exacte du phénomène ne peut être établie que par la comparaison des observations simultanées faites aux points les plus éloignés. La multiplication des enregistreurs magnétiques et les photographies fréquentes du Soleil permettront donc de résoudre un des problèmes les plus importants pour la Physique du globe. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Observations actinométriques faites à Montpellier pendant l'année* 1885. Note de M. A. **Crova**, présentée par M. F. Perrier.

« Les résultats des observations actinométriques faites, en 1885, à l'observatoire de l'École nationale d'Agriculture, par M. Houdaille, contrastent d'une manière remarquable avec ceux des années précédentes [1].

» La valeur moyenne des observations faites à midi n'est en effet que $0^{cal},963$, tandis qu'elle a atteint $1^{cal},145$ en 1883 et $1^{cal},025$ en 1884. Cependant, le nombre d'heures d'insolation enregistrées en 1885 a été de

[1] Observations faites depuis 1875 (*Comptes rendus*, t. LXXXI, p. 1025; LXXXII, p. 81 et 357; LXXXIV, p. 495; LXXXVII, p. 106; XCIV, p. 154; XCVIII, p. 387; C, p. 906.)

2156 heures, nombre supérieur à celui de l'année précédente. De plus, le maximum absolu a été $1^{cal},10$ en 1885, tandis qu'il avait atteint $1^{cal},6$ les années précédentes

» Ces valeurs sont inférieures à toutes celles qui ont été obtenues depuis l'année 1875; les variations annuelles de la radiation ont aussi changé d'allure en 1885, et les deux maxima, ainsi que les deux minima annuels, ne sont presque plus accusés.

» Pendant l'année 1885, il est tombé une quantité de pluie égale à $1^{m},012$, bien supérieure à celle des années précédentes; la teinte du ciel n'a pas présenté ces bleus profonds qui accusent une pureté et une richesse considérables de l'atmosphère; il est donc permis d'attribuer la faiblesse des radiations en 1885 à une abondance anormale de vapeur d'eau dans l'atmosphère, et à un défaut de transparence calorifique qui en est la conséquence.

» Il est intéressant de mettre en parallèle avec cette faiblesse cette anomalie dans la variation annuelle des radiations, comparée avec la quantité aussi anormale de pluie tombée et le peu de limpidité de l'atmosphère, le mauvais rendement des cultures et particulièrement de celle de la vigne, ainsi que le développement des maladies parasitaires de la vigne en 1885. »

HYGROMÉTRIE. — *Sur les propriétés hygroscopiques du tabac.* Note de M. **Th. Schlœsing** fils.

« On se rappelle que Regnault avait entrepris, comme suite de ses travaux sur l'hygrométrie, l'étude de l'influence que la température exerce sur les indications de l'hygromètre à cheveu de de Saussure, quand un accident survenu à l'appareil qu'il employait l'empêcha de continuer ses expériences. L'étude qu'il voulait faire pour le cheveu de l'hygromètre se rattache, comme cas particulier, à la question de l'influence de la température sur les propriétés hygroscopiques des corps, question peu examinée jusqu'ici, dont M. Th. Schlœsing, mon père, s'est occupé dernièrement à propos de la terre arable (¹), et dont je viens de traiter un nouveau cas relatif à une substance végétale, le tabac (²), dans un travail que je vais résumer.

(¹) *Comptes rendus*, 2e semestre 1884 (t. XCIX, p. 215).
(²) Il s'agit de tabac fabriqué ou en cours de fabrication, non de tabac vert.

» On sait que, lorsqu'un corps hygroscopique est exposé à l'air, il s'arrête, au bout d'un temps suffisant, à un certain taux pour 100 d'humidité qui dépend de deux variables, la fraction de saturation de l'air et la température. Je me suis proposé de déterminer les taux d'humidité que prend ainsi le tabac pour diverses valeurs de ces variables. Des expériences ont été faites dans ce but par deux méthodes différentes.

» 1° Du tabac, maintenu à une température t constante à $\frac{1}{10}$ de degré près, est traversé par un rapide courant d'air ayant à cette température une fraction de saturation invariable a. Suivant les cas, il prend ou il perd de l'humidité. On le pèse de temps en temps. Lorsque son poids ne varie plus, on détermine son humidité h à l'étuve de Gay-Lussac. h est le taux pour 100 d'eau correspondant à la fraction de saturation a pour la température t. Je donne au courant d'air la fraction de saturation voulue à t° en le saturant d'abord de vapeur d'eau à la température t' inférieure à t et convenablement choisie, puis l'élevant à t°.

» 2° Une masse relativement grande de tabac (de 400^{gr} à 900^{gr}), bien homogène, est maintenue à t°. Un courant d'air la traverse assez lentement pour se mettre avec elle en parfait équilibre de tension aqueuse; il acquiert ainsi une fraction de saturation a, qu'on mesure très exactement par la méthode chimique. On dose l'humidité h du tabac. a est la fraction de saturation de l'air qui, à t°, correspond au taux pour 100 d'eau h du tabac. L'humidité du tabac ne varie, au cours de l'expérience, que dans la partie qui reçoit le premier contact du courant d'air; h est le taux moyen dans le reste de la matière.

» Dans la première méthode, c'est le tabac qui change progressivement d'humidité jusqu'à ce qu'il se soit mis complètement en équilibre avec l'air; dans la seconde, c'est, au contraire, l'air qui se met en équilibre avec le tabac. Les deux méthodes m'ont donné les mêmes résultats; mais la seconde est la plus recommandable, parce qu'elle est d'une exécution plus simple et surtout parce qu'elle emploie un poids de matière beaucoup plus fort, ce qui évite les erreurs dues au défaut d'homogénéité dans le prélèvement des échantillons à examiner.

» J'ai opéré sur divers tabacs; voici les résultats relatifs au scaferlati ordinaire (tabac à fumer ordinaire), produit que j'ai le plus étudié :

Humidité du tabac pour 100.	Température.	Fraction de saturation de l'air.	Humidité du tabac pour 100.	Température.	Fraction de saturation de l'air.	Humidité du tabac pour 100.	Température.	Fraction de saturation de l'air.
5,2	7°,63	0,155	18,1	23°,42	0,702	30,5	12°,1	0,853
	19,6	0,193	18,6	18,11	0,726		23,5	0,852
	34,42	0,214		26,51	0,722		33,61	0,865
6,95	21,70	0,309		35,35	0,722	31,8	78,3	0,877
12,6	65,0	0,621	20,05	32,9	0,746		78,4	0,880
13,1	29,8	0,612	20,3	32,93	0,759		78,7	0,880
	30,02	0,609	20,5	8,9	0,731	39,4	22,13	0,926
13,25	8,56	0,589		13,77	0,750	39,9	29,83	0,905
	20,33	0,597		13,77	0,749	49,7	47,06	0,962
	33,14	0,599		19,28	0,751	51,4	22,32	0,978
	33,2	0,601	21,4	60,3	0,768		34,79	0,986
17,1	71,0	0,716						

» On voit que la fraction de saturation de l'air correspondant à un taux donné d'humidité du tabac croît peu avec la température. Pour s'en rendre exactement compte, il suffit de représenter graphiquement les résultats qui précèdent. Si, après avoir calculé par interpolation ou extrapolation, pour un certain nombre des taux pour 100 employés, les valeurs de la fraction de saturation correspondant, par exemple, à 10° et à 35° (températures entre lesquelles sont comprises la plupart de celles qui figurent plus haut), on construit deux courbes représentant, l'une à 10° et l'autre à 35°, les variations de la fraction de saturation de l'air en fonction du taux d'humidité du tabac, on reconnaît que ces deux courbes sont très voisines l'une de l'autre, et, si l'on marque ensuite les points fournis par les expériences qu'on a exécutées aux températures supérieures à 35°, tous viennent se placer très près de la courbe correspondant à 35°.

» Les petites irrégularités qu'on pourra remarquer dans la succession de quelques-uns des chiffres ci-dessus ne sont pas à la charge des méthodes : elles proviennent de la différence des échantillons de matière employés, échantillons qu'on a multipliés à dessein pour voir dans quelle mesure le scaferlati reste comparable à lui-même. Ce produit a présenté, dans ses propriétés hygroscopiques, une constance assez remarquable, qu'il doit sans doute à ce qu'il est composé d'un grand nombre (neuf) de variétés de tabac différentes. Il n'en a pas été de même pour diverses variétés qui ont été examinées isolément.

» L'ensemble des résultats obtenus conduit aux conclusions suivantes :

» 1° Entre 10° et 75°, la température influe peu sur le taux d'humidité que prend un tabac en présence d'un air ayant une fraction de saturation donnée. C'est là le résultat essentiel à signaler. Cette propriété n'est pas particulière au tabac; mon père l'a constatée dans la terre arable; il est probable qu'elle s'étend à beaucoup d'autres corps hygroscopiques, sinon à la plupart.

» 2° Le tabac est doué d'une hygroscopicité peu commune. Il n'est, en effet, pas fréquent de voir une substance contenant 30 pour 100 d'eau ne pas saturer complètement l'air avec lequel elle reste en contact prolongé; entre 10° et 35°, le scaferlati à 20 pour 100 d'humidité dépouille de l'air saturé d'un quart de sa vapeur d'eau et, à 5 pour 100, il lui en prend les $\frac{4}{5}$ ou les $\frac{5}{6}$. Le tabac doit tenir ses propriétés hygroscopiques non seulement de sa constitution physique, mais aussi des sels avides d'eau qu'il renferme.

» Le taux normal d'humidité du scaferlati ordinaire est environ de 19 pour 100. La fraction de saturation de l'air correspondante est sensiblement 0,73 à 15°. Or, sous le climat de Paris, l'état hygrométrique de l'air, très variable d'ailleurs d'un jour à l'autre, est *en moyenne* peu différent de 0,70, chiffre auquel correspond une humidité du tabac de 18 pour 100. Il se trouve donc que, sous ce climat, les variations de l'état hygrométrique de l'air font précisément osciller l'humidité du scaferlati de part et d'autre d'un taux moyen, qui est à peu près celui que réclame la consommation [1]. »

CHIMIE. — *Sur les états isomériques du sesquichlorure de chrome, sesquichlorure vert.* Note de M. A. Recoura, présentée par M. Berthelot.

« Une certaine confusion règne encore dans l'histoire du sesquichlorure de chrome; elle provient de l'existence de plusieurs états isomériques de ce chlorure. On n'a pas pu caractériser ces isomères d'une façon nette, parce qu'on n'a pas pu les obtenir à l'état solide et que, leurs dissolutions se transformant les unes dans les autres sous différentes influences, on est conduit à des confusions continuelles. J'ai pensé que les méthodes thermochimiques permettraient d'apporter de l'ordre dans cette confusion, en

---

[1] Cette Note est extraite d'un Mémoire qui va paraître dans le *Mémorial des Manufactures de l'État* et qui donne le détail des expériences.

donnant des renseignements précis sur l'état des dissolutions et leur constitution. C'est le but du présent travail. Je parlerai aujourd'hui du sesquichlorure de chrome vert.

» *Préparation.* — C'est le seul sesquichlorure de chrome hydraté que l'on ait isolé à l'état solide jusqu'à présent. On l'obtient en dissolution par la réduction des chromates ou de l'acide chromique en présence de l'acide chlorhydrique. Mais on ne le retirait qu'avec beaucoup de difficulté de ses dissolutions, à cause de son extrême solubilité dans l'eau et de son altérabilité par la chaleur. Récemment M. l'abbé Godefroy a indiqué un moyen d'en préparer des dissolutions dans des composés organiques qui l'abandonnent à l'état solide (*Comptes rendus,* t. C, p. 105); mais j'ai préféré la méthode suivante, qui est très simple et permet d'obtenir en peu de temps de très grandes quantités de sesquichlorure vert cristallisé. Elle consiste à préparer une solution saturée de sesquichlorure par un procédé quelconque et à précipiter le chlorure de cette dissolution par un courant d'acide chlorhydrique gazeux. Le courant gazeux précipité de la dissolution sature la moitié du chlorure dissous. Le chlorure précipité, formé de cristaux vert-émeraude, est desséché sur des plaques de porcelaine poreuses à l'abri de l'air humide. Le composé, desséché dans ces conditions, renferme, d'après mes analyses, environ $13^{\text{éq}}$ d'eau de cristallisation.

» *Étude de la dissolution de sesquichlorure de chrome vert.* — Cet hydrate est très soluble dans l'eau. 100 parties d'eau en dissolvent environ 130 parties à 15°. J'ai mesuré sa chaleur de dissolution, que j'ai trouvée négligeable. En effet :

$$Cr^2Cl^3, 13HO \text{ solide} + 300HO = Cr^2Cl^3 \text{ dissous} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad -0^{\text{Cal}},04$$

» Les dissolutions étendues sont vert-émeraude; elles donnent un spectre d'absorption qui est constitué par une seule bande verte, occupant à peu près tout le vert spectral. La flamme d'une bougie observée au travers de cette dissolution paraît complètement verte. C'est là un caractère important qui permet de juger de l'altération des dissolutions.

» Si, en effet, on abandonne une de ces dissolutions à elle-même, on la voit, au bout de peu de temps, changer de couleur; le vert devient plus sombre et, au bout d'une dizaine de jours, la dissolution est devenue bleu violet. La flamme d'une bougie, observée au travers de la dissolution, d'abord verte, paraît ensuite bordée de rouge et, finalement, rouge violet. La bande verte qui constituait le spectre d'absorption est bientôt accompagnée d'une bande rouge de plus en plus intense.

» La chaleur transforme également les dissolutions vertes; mais ceci fera l'objet d'une étude spéciale.

» Mais la transformation des dissolutions vertes en dissolutions violettes peut être effectuée instantanément et complètement d'une façon très simple. Il suffit de traiter une dissolution verte par une quantité équivalente de soude. On précipite ainsi le sesquioxyde de chrome. On le redissout *immédiatement* par une quantité équivalente d'acide chlorhydrique, et le chlorure ainsi régénéré est violet.

» Ces changements de couleur permettent de reconnaître que, sous différentes influences, la dissolution de sesquichlorure vert subit une transformation; mais où s'arrête cette transformation? quelle est sa nature? C'est ce que ne peut indiquer ce caractère grossier, et c'est ce qu'établissent, d'une façon très nette, les mesures calorimétriques.

» Pour caractériser une dissolution de sesquichlorure de chrome, j'emploie la réaction suivante :

$$Cr^2Cl^3 \text{ dissous} + 3NaO \text{ dissous} = 3NaCl \text{ dissous} + Cr^2O^3 \text{ précipité} + Q,$$

et aussi toujours, comme complément d'indication,

$$Cr^2O^3 \text{ précipité} + 3HCl \text{ dissous} = Cr^2Cl^3 \text{ dissous} + Q'.$$

» *Dissolution récente de chlorure vert.* — Je dissous le chlorure cristallisé dans l'eau. La liqueur ($1^{éq}\,Cr^2Cl^3 = 18^{lit}$) est traitée immédiatement par $3^{éq}$ de soude ($1^{éq}\,NaO = 2^{lit}$). Immédiatement on redissout l'oxyde de chrome précipité par $3^{éq}$ d'acide chlorhydrique ($1^{éq}\,HCl = 2^{lit}$). On régénère ainsi une dissolution violette sur laquelle on répète les deux opérations précédentes. Voici les résultats trouvés à 10° :

		Cal
(1)	Cr^2Cl^3 vert diss. + $3NaO$ diss. = $3NaCl$ diss. + Cr^2O^3 précip.........	+ 31,5
(2)	Cr^2O^3 précipité + $3HCl$ diss. = Cr^2Cl^3 bleu dissous................	+ 20,7
(3)	Cr^2Cl^3 bleu diss. + $3NaO$ diss. = $3NaCl$ diss. + Cr^2O^3 précip.........	+ 22,2
(4)	Cr^2O^3 précipité + $3HCl$ diss. = Cr^2Cl^3 bleu dissous................	+ 20,4

» Discutons ces résultats :

» 1° L'ensemble des expériences (1) et (2) constitue un cycle dans lequel nous sommes partis d'une dissolution verte pour arriver à une dissolution violette, en produisant $3^{éq}$ de chlorure de sodium. Si donc, de la somme $31,5 + 20,7$, nous retranchons le triple de la chaleur de neutralisation de la soude par l'acide chlorhydrique à 10°,3 $\times$ 14,25, nous obtenons la chaleur de transformation τ de la dissolution verte en la dissolution violette $\tau = 9^{Cal},4$.

» 2° La suite des expériences (2), (3), (4) montre que la solution violette est un état définitif et elle donne, pour la chaleur de neutralisation du sesquioxyde de chrome qui, en s'unissant à l'acide chlorhydrique, donne naissance à la solution violette, le nombre $20,7 = 3 \times 6,9$, qui a déjà été trouvé par d'autres méthodes.

» *Dissolution ancienne de chlorure vert :*

		Cal
Cr^2Cl^3 vert diss. devenu violet	$+ 3NaO$ diss. $= 3NaCl$ diss. $+ Cr^2O^3$ préc..	+ 22,c
Cr^2O_3 précipité	$+ 3HCl$ diss. $= Cr^2Cl^3$ dissous............	+ 20,1

» Ce résultat montre que l'état final d'une dissolution vieillie est le même que celui que l'on obtient en dissolvant l'oxyde précipité du chlorure vert dans l'acide chlorhydrique.

» Dans une prochaine Communication, j'étudierai l'hydrate bleu violet que je suis parvenu à isoler, ainsi que la dissolution du chlorure anhydre. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques principes immédiats de l'écorce d'orange amère.* Note de M. TANRET, présentée par M. Berthelot.

« Certains glucosides très solubles dans l'eau et l'alcool, mais insolubles dans l'éther ou le chloroforme et non précipitables par le tannin, ne peuvent guère être préparés qu'en saturant leur solution de sels neutres qui les précipitent. Il en est aussi qui, insolubles dans l'eau, ne s'y dissolvent qu'à la faveur d'autres; ceux-ci, qui les accompagnent dans le végétal, sont ainsi leurs dissolvants naturels. Ces propriétés, que j'ai déjà signalées à propos de la vincétoxine ([1]), m'ont permis de retirer de l'écorce d'orange amère plusieurs corps, dont l'exposition fait le sujet de cette Note.

» *Préparation.* — On épuise les écorces par l'alcool à 60° et l'on distille, puis le résidu est agité avec du chloroforme. Après séparation des deux liquides, on distille à siccité la liqueur chloroformique et l'on reprend l'extrait par de l'alcool froid, qui en sépare une poudre cristalline (*a*). Cet alcool est évaporé à son tour avec du tannin; le tannate ainsi formé, après avoir été lavé avec du chloroforme, est dissous dans l'alcool, puis décomposé par la chaux. La solution, traitée par le noir et distillée, laisse un produit résineux (*b*).

» D'autre part, si l'on abandonne à elle-même la liqueur primitive qui a été agitée avec le chloroforme, il s'y développe une cristallisation plus ou moins abondante, mais qui, généralement au bout de quelques jours, envahit toute la masse, surtout si l'on a

([1]) *Comptes rendus*, t. C, p. 277.

eu soin d'y semer quelques cristaux obtenus dans une opération précédente. Après avoir encore attendu quelque temps, on exprime ce magma, dont on sépare un gâteau de cristaux microscopiques jaunâtres (*c*). La liqueur qui les imprégnait est alors déféquée à l'acétate de plomb, et l'excès de plomb précipité par l'acide sulfurique; puis, après neutralisation, on la sature à l'ébullition de sulfate de soude. Il vient alors surnager une couche poisseuse, que l'on dessèche et épuise à froid par l'alcool absolu. La solution alcoolique distillée donne un produit jaunâtre (*d*), puis le résidu insoluble dans l'alcool est repris par l'eau, qui en sépare une poudre blanche insoluble (*e*).

» (*a*). C'est un acide faible, qui se présente en fins cristaux en fer de lance, blancs, insipides, non volatils, insolubles dans l'eau et l'éther, peu solubles dans l'alcool froid, plus dans l'alcool bouillant (100^p) et le chloroforme (60^p). Il donne, avec les alcalis, des sels solubles incristallisables, décomposables par CO^2. Il ne se combine pas à l'ammoniaque. Sa composition répond à la formule $C^{44}H^{28}O^{14}$ qui exige $C = 65,35$ et $H = 6,93$. Trouvé : $C = 64,84$ et $H = 7,51$. Le sel de chaux $C^{44}H^{27}CaO^{14}$ exige 4,72 Ca pour 100. Trouvé : 4,48.

» Rendement : environ 0,50 pour 1000.

» (*b*). Corps incristallisable, se ramollissant vers 12°, d'une amertume extrême. Presque insoluble dans l'eau froide, il se dissout bien dans l'eau bouillante, qui le laisse déposer en gouttelettes par refroidissement. Il est soluble dans l'éther, et, en toutes proportions, dans l'alcool et le chloroforme. Son pouvoir rotatoire $\alpha_D = -28°$. Chauffé avec les acides, il ne donne pas de glucose. L'acide sulfurique étendu de son poids d'eau le dissout en se colorant fortement en jaune, ce qui semble le rapprocher du groupe des produits de dédoublement de l'hespéridine, qui présentent cette réaction à des degrés différents. L'analyse m'a donné $C = 61,14$ et $H = 6,57$, alors que l'acide hespérétique contient $C = 61,85$ et $H = 6,57$.

» Rendement : environ 1 pour 1000.

» (*c*). Ce glucoside, que j'appellerai *isohespéridine*, a la composition centésimale de l'hespéridine $C^{44}H^{26}O^{24}$.

	Trouvé.		
	I.	II.	Calculé.
C	54,80	55,15	54,97
H	5,55	5,80	5,39
O	39,65	39,05	39,64
	100,00	100,00	100,00

» L'isohespéridine cristallise en aiguilles microscopiques, à saveur amère, et qu'il est difficile d'obtenir complètement blanches, même après des cristallisations répétées. Ses réactions sont celles de l'hespéridine, dont elle diffère cependant par des propriétés bien tranchées. Toutes les deux sont à peine solubles dans l'eau froide (moins de 1 pour 1000), mais l'isohespéridine se dissout dans moitié de son poids d'eau bouillante, 9^p d'alcool à 90° ou d'éther acétique à froid, et son poids seulement de ces liquides bouillants, tandis que, d'après mes déterminations, l'hespéridine est soluble dans 78^p eau bouillante, 200^p alcool froid, 55^p alcool bouillant, 150^p éther acétique bouillant. Ces deux isomères m'ont présenté le même pouvoir rotatoire, $\alpha_D = -89°$.

» Rendement : de 4 à 30 pour 1000.

» (*d*). L'*aurantiamarine* est ce glucoside auquel l'écorce d'orange amère doit surtout son amertume. Elle est soluble en toutes proportions dans l'eau et l'alcool, insoluble dans l'éther et le chloroforme. Comme l'isohespéridine et l'hespéridine, elle est précipitée de ses solutions aqueuses, quand on les sature à chaud de sulfates de soude ou de magnésie, de chlorure de sodium, etc. Elle présente les mêmes réactions colorées, a une composition voisine, peut-être même identique. L'analyse m'a donné en effet : $C = 53,04 - 53,48$ et $H = 6,36 - 6,16$ (déduction faite du résidu salin qu'elle laisse à l'incinération et qui s'élève de 0,6 à 1 pour 100). Elle est également lévogyre :

$$a_D = -60^o.$$

» Ce glucoside est le dissolvant naturel de l'hespéridine et de la résine amère soluble dans le chloroforme. Par exemple, 5^p d'aurantiamarine dans 20^p d'eau dissolvent à chaud 1^p d'hespéridine, et la solution ne cristallise pas en refroidissant. Cette propriété ne se retrouve plus dans ses solutions alcooliques qu'en raison inverse de la concentration de l'alcool.

» Rendement : de 15 à 25 pour 1000.

» (*e*). La poudre blanche insoluble n'est autre que de l'hespéridine ; une cristallisation dans l'alcool bouillant donne de magnifiques aiguilles, blanches et soyeuses. Sa composition et ses propriétés répondent à celles qui ont été assignées à ce glucoside par les travaux les plus récents.

» Rendement : de 0 à 6 pour 1000. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur les centres respiratoires de la moelle épinière.* Note de M. E. Wertheimer, présentée par M. Vulpian [1].

« Il n'y a guère de fait plus généralement admis encore aujourd'hui que la localisation exclusive des centres respiratoires dans le bulbe rachidien. Cependant, déjà en 1860, M. Brown-Séquard, et plus récemment M. Langendorff (1880), ont vu que la respiration peut survivre, chez les Mammifères nouveau-nés, à l'ablation de la moelle allongée, surtout si l'on a soin, comme l'a fait ce dernier physiologiste, d'après une méthode indiquée par P. Rokitansky, d'administrer à ces animaux une faible dose de strychnine, pour réveiller l'excitabilité de la moelle.

» Mais la strychnine trouble bien certainement le fonctionnement régulier des centres nerveux ; et, d'autre part, si l'on n'a pas recours à l'agent toxique, la respiration s'arrête très rapidement. Dans l'un ou l'autre cas, on ne peut ainsi connaître les caractères véritables des mouvements respiratoires dépendant de la moelle épinière. Nous avons pu les étudier d'une

---

[1] Travail du Laboratoire de Physiologie de la Faculté de Médecine de Lille.

façon plus complète en expérimentant, non plus sur des animaux nouveau-nés, mais sur des chiens âgés de quelques mois et même sur des chiens adultes.

» Jusqu'à présent la persistance de la respiration spontanée après la section de la moelle entre l'atlas et l'axis, chez des mammifères déjà arrivés à leur complet développement, n'avait pas encore été signalée. L'observation journalière semble en effet démontrer que chez ceux-ci, du moins, cette opération abolit irrévocablement les mouvements respiratoires du tronc : il n'en est rien ; leur arrêt n'est pas définitif, car il reconnaît uniquement pour cause l'impuissance momentanée de la moelle, consécutive au traumatisme. Aussi, pour les voir se rétablir, il suffit d'attendre que les centres spinaux aient recouvré leur activité et de pratiquer, cela va sans dire, jusqu'à ce moment, l'insufflation pulmonaire.

» Chez les chiens adultes, le retour de la respiration peut se faire attendre quatre ou cinq heures, mais parfois aussi une ou deux heures seulement; il ne demande ordinairement qu'une heure et même moins chez les jeunes chiens de quatre à six mois, qui conviennent mieux pour cette étude que les animaux adultes, parce que, à cet âge, le résultat est plus certain. Mais, chez les uns et les autres, on peut, dans les cas heureux, enregistrer, pendant des heures entières, les mouvements respiratoires.

» Trente expériences suivies de succès nous permettent d'assigner à ces mouvements un ensemble de caractères qui serviront à établir les relations des centres spinaux avec les centres bulbaires et que nous allons brièvement résumer :

» 1° Quand l'excitabilité de la moelle est revenue à un haut degré, ce qui se reconnaît au retour et à la vivacité des réflexes, la respiration spontanée se rétablit déjà, même pendant qu'on pratique la respiration artificielle, et l'on ne peut pas obtenir complètement l'apnée, quelque active que soit la ventilation pulmonaire. Cependant, les mouvements respiratoires deviennent plus amples sous l'influence du sang asphyxique.

» 2° La fréquence est un des caractères les plus constants de ces mouvements; on en compte d'ordinaire 30, 60 et jusqu'à 90 par minute; aussi sont-ils en général très superficiels et ne sont-ils pas synchrones aux mouvements respiratoires de la tête, beaucoup plus rares, comme on sait.

» 3° Leur amplitude est toujours très inégale : des mouvements plus profonds alternent avec d'autres plus superficiels.

» 4° Ils sont sous la dépendance de centres distincts, les uns inspirateurs, les autres expirateurs. Comme l'excitabilité de la moelle se ranime de bas

en haut et que ceux-ci sont situés plus bas que ceux-là, il arrive parfois qu'au début de l'expérience on n'inscrit exclusivement que les contractions des muscles abdominaux.

» 5° Quand les différents centres sont également réveillés, ce sont d'ordinaire les inspirateurs qui l'emportent, et l'on obtient alors un graphique qui ne se distingue du graphique normal que par les caractères indiqués plus haut. Mais, même dans ce cas, le nombre des expirations actives peut rester supérieur à celui des inspirations, ou bien les unes et les autres alternent irrégulièrement, ou bien enfin chaque mouvement respiratoire se fait en deux temps, c'est-à-dire que chaque inspiration est immédiatement précédée ou, dans d'autres cas, immédiatement suivie d'une contraction brusque des muscles abdominaux, et ce rythme se conserve souvent chez le même animal pendant toute la durée de l'expérience.

» 6° Les agents de ces mouvements sont les muscles respirateurs du tronc, qui entrent généralement tous en jeu d'une façon active. Nous avons vu, en particulier, les contractions rythmiques du diaphragme, mis à découvert, persister sans interruption pendant quarante-cinq minutes chez un jeune chien, qui respirait librement par sa canule trachéale, après avoir fourni des tracés pendant près de trois heures. La section des phréniques met le muscle au repos; ces mouvements ne sont donc pas du même ordre que ceux qui ont été décrits autrefois par MM. Brown-Séquard et Vulpian et qui sont indépendants du système nerveux.

» 7° L'excitation des nerfs sensitifs produit sur les centres respirateurs de la moelle des effets constants, mais trop complexes pour être résumés dans une formule générale.

» En somme, il existe dans la moelle des centres nerveux qui président les uns à l'inspiration, les autres à l'expiration, et leur activité peut être mise en évidence même chez les Mammifères adultes. Le retour de la respiration spontanée, même pendant l'insufflation pulmonaire, montre que la moelle abandonnée à elle-même envoie aux muscles respirateurs des impulsions rythmiques, sans qu'elle ait besoin d'y être sollicitée par un excitant quelconque. D'autre part, les caractères que prennent les mouvements respiratoires, quand le bulbe n'exerce plus son influence, prouvent que celui-ci sert aux centres médullaires de modérateur et de régulateur et que, dans la respiration comme dans la circulation, son rôle est identique. »

MINÉRALOGIE. — *Sur une roche anomale de la vallée d'Aspe (Basses-Pyrénées).* Note de MM. E. JACQUOT et A. MICHEL LÉVY, présentée par M. Fouqué.

« Dans son essai sur la constitution géognostique des Pyrénées, qui remonte à 1823, de Charpentier a signalé l'existence, dans la vallée d'Aspe, d'une roche anomale qu'il a désignée sous le nom de *feldspath compact*. Il la considère comme formant, dans le terrain de transition, des amas considérables ou des couches courtes et épaisses, le long du vallon qui s'étend entre Bedous et Aydius. Au cours d'une excursion, récemment entreprise avec M. l'Ingénieur des mines Bertrand, l'un de nous a eu l'occasion d'étudier le gisement de la roche en question et d'en rapporter des échantillons.

» Lorsqu'on remonte la vallée d'Aspe à partir d'Escot, après avoir successivement traversé des assises crétacées et jurassiques au droit desquelles la vallée est très étroite et fort escarpée, on arrive, près de Bedous, à un bassin élargi composé d'affleurements triasiques et parsemé de mamelons ophitiques.

» Si, de Bedous, on remonte le petit vallon latéral du gave d'Aydius, on voit plonger sous le trias une série d'assises plus anciennes. Elles débutent, à leur partie supérieure, par des schistes, exploités pour ardoises, et contenant de la pyrite et des rognons de fer carbonaté. Sous les schistes apparaît un calcaire noir, veiné de blanc, renfermant des débris de crinoïdes, qui repose lui-même sur un système de grès et de conglomérats plus anciens.

» A Aydius, on rejoint la bande triasique de Bedous, qui se prolonge vers l'est et reparaît au col de Louvie-Soubiron; au voisinage de cette dernière localité, une coupe analogue montre sous le trias des schistes ardoisiers, puis un marbre (*Geteu*) où M. G. Sacaze a recueilli des fossiles carbonifères, et qui repose lui-même sur le dévonien fossilifère de Béost.

» L'assimilation des assises du vallon d'Aydius avec celles de Geteu les range donc dans le terrain carbonifère. C'est dans les grès qui forment la base de ces assises que la roche anomale, découverte par de Charpentier, se trouve nettement interstratifiée.

» C'est une roche compacte, d'un blanc verdâtre, à cassure cireuse et esquilleuse; elle est très résistante et onctueuse au toucher, comme les stéatites. Bien qu'elle se laisse facilement entamer au couteau, sa poussière raye le verre.

» L'examen microscopique y décèle l'existence de grains de quartz bipyramidés, identiques à ceux des porphyres, rongés et brisés comme eux, dans lesquels les faces du prisme sont très peu développées. Ces dihexaèdres de quartz sont moulés par un magma composé de nombreuses petites paillettes de mica blanc froissées comme celles de la séricite, et de petites plages grenues de quartz secondaire. Aux forts grossissements, on constate en outre l'existence de fines aiguilles de rutile, présentant souvent la mâcle caractéristique en forme de genou. Les propriétés optiques du mica blanc ont pu être déterminées; sa biréfringence, la position de ses axes optiques, le signe de sa bissectrice aiguë négative, en font de la muscovite.

» Nous devons à M. Carnot, directeur du laboratoire d'essai de l'École des Mines, l'analyse en bloc de la roche d'Aydius; elle contient :

Silice	76,33
Alumine	14,30
Peroxyde de fer	0,80
Chaux	0,90
Magnésie	0,05
Potasse	3,33
Perte par calcination	3,50
	99,21

» Si l'on tient compte de ce fait, que la roche contient une grande proportion de silice libre à l'état de quartz, on trouvera dans cette analyse une confirmation de la détermination micrographique.

» La roche d'Aydius est identique à celle que Blavier a signalée aux environs de Changé (Mayenne), et dont les observations de M. Oehlert ont déterminé avec précision la position stratigraphique, dans le culm, entre le calcaire carbonifère et le dévonien de la région.

» M. Jannettaz [1] avait été induit, par la composition de la roche de Changé, à en faire une variété de pinite; on n'y découvre cependant, non plus qu'à Aydius, aucune épigénie décelant les formes de la cordiérite, et M. Munier-Chalmas avait déjà repoussé cette assimilation. Il faut d'ailleurs remarquer que la pinite, de même que l'orthose décomposé, se transforme facilement en un agrégat de paillettes de mica blanc; cette décomposition explique l'analogie de composition entre les roches de Changé et d'Aydius et la pinite ou le feldspath décomposé, sans autoriser, dans l'espèce, l'hypothèse d'une épigénie.

---

(1) *Bull. Soc. Min.*, t. III, p. 82; 1880.

» En résumé, la roche d'Aydius est interstratifiée, comme celle de Changé, à la base du carbonifère. Ses quartz dihexaédriques rappellent entièrement ceux des micro-granulites ou des porphyres; sa pâte contient essentiellement de la séricite, et accessoirement du quartz grenu et du rutile. Il convient de remarquer que son âge coïncide avec la fin des éruptions de granulite et le commencement de celles de la microgranulite. »

GÉOLOGIE. — *Sur les relations stratigraphiques qui existent entre les calcaires à miliolites et les couches à* Micraster tercensis, *dans le département de la Haute-Garonne et le canton de Sainte-Croix* (*Ariège*). Note de M. **J. Roussel**, présentée par M. Hébert.

« Dans les petites Pyrénées et les Corbières, il existe, à la partie supérieure du danien et à la partie inférieure de l'éocène, un certain nombre d'étages qui, à partir de la base, sont ainsi composés :

» A. Marnes et grès, avec calcaire marneux ou poudingues à la partie supérieure ;

» B. Calcaire compact, nommé, par Leymerie, calcaire lithographique;

» C. Marnes, le plus souvent rouges, avec calcaire marneux subordonné;

» D. Calcaires à miliolites, ou bien marnes, grès et poudingues;

» E. Calcaire et marnes, ou poudingues et grès, avec miliolites et *Ostrea uncifera*.

» Dans l'ouest de la formation, entre les strates des trois étages supérieurs, on trouve intercalés des calcaires à *Micraster tercensis*. Or, suivant les indications de Leymerie, ces calcaires seraient toujours inférieurs aux couches de l'étage D. Mais, en 1882, la Société géologique de France a découvert, à Biholoup, des lits à *Micraster* dans les calcaires à miliolites (¹), et, tout récemment, j'ai observé le même fait sur un grand nombre de points, dans la Haute-Garonne et le district de Sainte-Croix (Ariège).

» Le nummulitique, dans cette région, est disposé en deux bandes parallèles qui s'allongent de l'est à l'ouest, et qui sont séparées par un bombement constitué par les grès du crétacé supérieur.

» C'est sur la zone méridionale que s'est d'abord portée mon attention. Cette bande forme un long bassin, ouvert à l'ouest et limité, au nord et au

sud, par deux crêtes parallèles. J'ai commencé mon étude par la crête sud. J'y ai remarqué, à l'ouest de Lasserre, deux barres de calcaire séparées par une dépression de 100m de large. L'une de ces barres est constituée par le calcaire lithographique, dont les couches ont 50m de puissance, et sont verticalement dressées. La dépression correspond à l'étage C, formé par des marnes et des calcaires marneux, que j'ai trouvés fossilifères à Montardit, à Lasserre et à Tourtouse : j'y ai recueilli *Micraster tercensis*, *Cyphosoma* (nouvelle espèce?), *Natica brevispira*, *Pleurotomaria danica*, etc. L'autre barre est constituée par 100m de calcaires, très riches en miliolites, surtout au point coupé par la route de Fabas à Saint-Girons.

» Au-dessus de ces couches viennent des calcaires marneux à miliolites, alternant avec des marnes, où j'ai trouvé *Ostrea uncifera*, *Lucina corbarica* et de nombreux Cérites. Je suivais ces calcaires et ces marnes à partir de Lasserre, lorsque j'ai observé un changement inattendu. Au delà de Fontané, la partie moyenne prend l'aspect du calcaire à *Micraster* de l'étage C et présente, à Tourtouse, *Micraster tercensis* et *Cyphosoma pseudo-magnificum*. Au Clot-de-Bascou, cette assise devient tout à fait marneuse et disparaît sous les cultures; mais les couches sous-jacentes contiennent *Ostrea uncifera*, *Cerithium Ladevesi*, des Operculines et de nombreux *Echinanthus*. Multipliant mes recherches, je me suis assuré qu'entre l'assise à *Micraster* de l'étage C et celle que je venais de découvrir il existe, à Tourtouse, 200m de calcaires à miliolites ou à *Ostrea uncifera*. Il ne paraît pas y avoir de faille en ce point; toutes les couches sont en parfaite concordance et recouvertes par les calcaires à alvéolines.

» Je suis ensuite passé à l'étude de la crête septentrionale, et je n'ai pas tardé à reconnaître que les faits observés à Tourtouse se reproduisent à la Ruère. J'ai d'abord constaté que, contrairement à ce que pense M. de Lacvivier [1], le calcaire lithographique de l'aile nord du bassin n'a qu'une puissance d'environ 60m. Au-dessus, les lits marneux de l'étage C forment, là comme partout ailleurs, un sillon que j'ai suivi sur une longueur de 2km, et dans lequel est bâtie, en partie, la ferme de la Ruère. En certains points, ce sillon conserve son *facies* rutilant, et il est cultivé à la Ruère même et au lieu dit *la Croix de l'Osque*, tandis que les terrains voisins sont couverts de bois. A la suite viennent des calcaires criblés de miliolites, surtout à la Croix de l'Osque. La partie supérieure de ces calcaires est désagrégée et présente de nombreux fossiles, parmi lesquels *Natica brevispira* et *Ceri-*

---

[1] *Annales des Sciences naturelles*, t. XV, p. 258.

M. **Louis Rabourdin** adresse une Note « sur le moyen de faire l'épure géométrique de toute déformation provenant de la perspective binoculaire ».

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 1er mars 1886.

École nationale des Ponts et Chaussées. Collection de dessins distribués aux élèves; t. III, 3e fascicule; vingtième livraison, 1885. Paris, Impr. nationale, 1886; in-8°, texte et planches.

Gabriel Charmes. *La réforme de la marine.* Paris, Calmann-Lévy, 1886; in-8°. (Présenté par M. Jurien de la Gravière.)

Problems on the motion of atoms; by John Kinnersley Smythies. London, Taylor and Francis, 1885; in-4°.

Annuario publicado pelo imperial observatorio do Rio de Janeiro, 1886. Rio de Janeiro, Lombaerts, 1885; in-8° relié.

G. Cantoni. *La Peronospora.* Milano, tipog. Bernardoni, 1886; br. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 8 MARS 1886.

PRÉSIDENCE DE M. JURIEN DE LA GRAVIÈRE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Fondation d'un établissement pour le traitement de la rage.

La Commission nommée par l'Académie des Sciences, dans sa séance du 1er mars 1886, a adopté à l'unanimité le projet suivant :

Art. 1er. — Un établissement pour le traitement de la rage après morsure sera créé à Paris, sous le nom d'*Institut Pasteur*.

Art. 2. — Cet Institut admettra les Français et les Étrangers mordus par des chiens ou autres animaux enragés.

Art. 3. — Une souscription publique est ouverte, en France et à l'Étranger, pour la fondation de cet établissement.

Art. 4. — L'emploi des fonds souscrits sera fait sous la direction d'un Comité de patronage composé de :

MM. l'Amiral Jurien de la Gravière, Président de l'Académie des Sciences;
Gosselin, Vice-Président de l'Académie des Sciences.

MM. BERTRAND, Membre de l'Académie française, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences;

PASTEUR, Membre de l'Académie française et de l'Académie des Sciences;

VULPIAN,
MAREY,
PAUL BERT,
RICHET,
CHARCOT,
HERVÉ MANGON,
DE FREYCINET,
} Membres de l'Académie des Sciences.

CAMILLE DOUCET, Secrétaire perpétuel de l'Académie française;

WALLON, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres;

DE LABORDE, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Beaux-Arts;

JULES SIMON, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences morales et politiques;

MAGNIN, Gouverneur de la Banque de France;

CHRISTOPHLE, Gouverneur du Crédit foncier;

le baron ALPHONSE DE ROTHSCHILD, Membre de l'Institut;

BÉCLARD, Doyen de la Faculté de Médecine de Paris, Secrétaire perpétuel de l'Académie de Médecine;

BROUARDEL, Professeur à la Faculté de Médecine de Paris, Président du Comité consultatif d'Hygiène publique de France;

GRANCHER, Professeur à la Faculté de Médecine de Paris.

ART. 5. — Les souscriptions seront reçues :

A la Banque de France et dans ses succursales;
Au Crédit foncier et dans ses succursales;
Chez les Trésoriers-Payeurs généraux;
Chez les Receveurs particuliers et les Percepteurs.

Les noms des souscripteurs seront insérés au *Journal Officiel*.

M. le **MINISTRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE, DES BEAUX-ARTS ET DES CULTES** adresse l'ampliation du Décret par lequel le Président de la Répu-

blique approuve l'élection de M. *Marcel Deprez,* dans la Section de Mécanique, en remplacement de feu M. Tresca.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Marcel Deprez** prend place parmi ses Confrères.

ASTRONOMIE. — *Détermination des éléments de la réfraction. Solution pratique la plus favorable;* par M. **Lœwy.**

« En adoptant ainsi $\alpha = 45$, la valeur maximum de la réfraction qu'on peut ici atteindre pour $d\Delta$, au moyen des deux observations conjuguées, devient égale à $\rho h - 2\rho = \rho h - 116'',6$, tandis que, d'après ce qui précède, le maximum absolu est $\rho h - 101'',1$. La différence de $15''$ entre ces deux nombres est une quantité si peu importante que la légère infériorité qui en résulte au point de vue théorique peut être négligée d'une manière absolue. Nous allons, par conséquent, procéder à la recherche des coordonnées des étoiles dans cette seconde combinaison. Pour $\Delta = 90°$, la seconde étoile sera au zénith, à l'instant où la première étoile se lèvera, puisque, en vertu de la condition fondamentale, les deux astres doivent se trouver sur le même vertical au moment de la première observation. Dans ce cas, S sera donc égale à t', et, la seconde étoile devant se trouver au zénith lors de cette première mesure, sa déclinaison sera nécessairement égale à la latitude φ. Nous aurons par suite les équations suivantes, dans lesquelles S est à la fois la différence en ascension droite des deux étoiles et l'angle horaire de la première étoile au moment de son lever :

$$(a) \qquad \sin\varphi \sin\delta' + \cos\varphi \cos\delta' \cos S = 0, \qquad \tau'' - \tau' = S,$$

$$(b) \qquad \sin^2\varphi + \cos^2\varphi \cos\tau'' = \sin\varphi \sin\delta' + \cos\varphi \cos\delta' \cos(\tau'' - S).$$

» Il faut donc chercher pour quelle valeur de δ', τ'' devient un minimum. Il est facile de se convaincre *a priori* que cette condition se trouvera remplie lorsque z' et z'' seront égaux à $45°$, mais nous allons néanmoins déduire par l'analyse l'équation du minimum. En différentiant les deux équations (a) et (b) et en posant $d\tau'' = 0$, on aura

$$(c) \qquad (\sin\varphi \cos\delta' - \cos\varphi \sin\delta' \cos S)\, d\delta' - \cos\varphi \cos\delta' \sin S\, dS = 0,$$

$$(d) \quad [\sin\varphi \cos\delta - \cos\varphi \sin\delta' \cos(\tau' - S)]\, d\delta' + \cos\varphi \cos\delta' \sin(\tau'' - S)\, dS = 0;$$

en multipliant l'équation (c) par $\sin(\tau'' - S)$ et (d) par $\sin S$, on obtiendra

l'équation du minimum

$$(e)\qquad \operatorname{tang}\varphi \cos\left(S - \frac{\tau''}{2}\right) = \operatorname{tang}\delta' \cos\frac{\tau''}{2};$$

d'un autre côté, la condition du minimum peut être aussi exprimée en posant $h = 45°$; on a alors

$$(f)\qquad \begin{cases} \sin^2\varphi + \cos^2\varphi \cos\tau'' = \sin 45°, \\ \sin\varphi \sin\delta + \cos\varphi \cos\delta' \cos(\tau'' - S) = \sin 45°, \end{cases}$$

$$(g)\qquad \sin^2\frac{S - \tau''}{2}\cos^2\delta' + \cos^2\varphi \sin^2\frac{\tau'' + S}{2} = 1.$$

» Par une transformation facile à opérer, on trouvera l'identité des équations (e) et (g), ce qui fournit en réalité la démonstration que le minimum aura lieu lorsque les deux étoiles se trouveront simultanément à 45° au-dessus de l'horizon. A l'aide de l'une ou de l'autre de ces équations du minimum, on peut maintenant trouver très facilement la valeur de toutes les inconnues. En effet, l'équation (f) fournit directement τ''. On a $\cos\varphi \sin\frac{\tau''}{2} = \sin 22°30'$ et, ensuite, successivement, $\cot S = -\sin^2\varphi \operatorname{tang}\frac{\tau''}{2}$, $\operatorname{tang}\delta' = -\cos S \cot\varphi$, $t' = t'' - S$. A l'équateur τ'' devient égal à 3^h, et, pour la latitude de Paris, τ'' a la valeur de $4^h 44^m$; ainsi la durée de l'étude dans la deuxième solution est d'environ 2^h plus courte que dans le cas précédent. Le dernier mode d'opération possède donc sous ce rapport une supériorité notable sur le premier. On trouve pour Paris $\delta' = 18°10'$; $S = 7^h 28^m$. Pour satisfaire à cette condition fondamentale du minimum de temps dans la durée totale du travail, il faut donc que la déclinaison de la première étoile soit égale à 18°10'; celle de la seconde, à la latitude $\varphi = 48°50'$, et qu'en outre la différence d'ascension de deux étoiles soit $7^h 28^m$. Nous donnons ci-après, pour chaque degré de latitude, les valeurs numériques des trois éléments qui sont si importants dans l'étude de la réfraction :

φ	t''.	s.	δ.	φ.	t''.	s.	δ.	φ.	t''.	s.	δ.
°	h m	h m	° '	°	h m	h m	° '	°	h m	h m	° '
0.....	3.0,0	6.0,0	0. 0,0	10.....	3. 2,9	6. 2,9	4. 8,0	20.....	3.12,3	6.12,3	8.21,2
1.....	3.0,0	6.0,0	0.24,6	11.....	3. 3,6	6. 3,6	4.33,1	21.....	3.13,6	6.13,6	8.49,5
2.....	3.0,1	6.0,1	0.49,2	12.....	3. 4,2	6. 4,2	4.58,2	22.....	3.15,0	6.15,0	9.14,1
3.....	3.0,3	6.0,3	1.13,9	13.....	3. 5,0	6. 5,0	5.23,4	23.....	3.16,5	6.16,5	9.40,5
4.....	3.0,5	6.0,5	1.38,6	14.....	3. 5,8	6. 5,8	5.48,6	24.....	3.18,1	6.18,1	10. 4,0
5.....	3.0,7	6.0,7	2. 3,4	15.....	3. 6,7	6. 6,7	6.13,9	25.....	3.19,8	6.19,6	10.24,9
6.....	3.1,0	6.1,0	2.28,2	16.....	3. 7,7	6. 7,7	6.39,3	26.....	3.21,6	6.21,1	10.41,5
7.....	3.1,4	6.1,4	2.53,1	17.....	3. 8,7	6. 8,7	7. 4,7	27.....	3.23,5	6.22,7	10.58,0
8.....	3.1,9	6.1,9	3.18,0	18.....	3. 9,8	6. 9,8	7.30,1	28.....	3.25,5	6.24,4	11.18,1
9.....	3.2,4	6.2,4	3.43,0	19.....	3.11,0	6.11,0	7.55,6	29.....	3.27,6	6.26,2	11.37,7
10.....	3.2,9	6.2,9	4. 8,0	20.....	3.12,3	6.12,3	8.21,2	30.....	3.29,8	6.28,1	11.57,3

φ.	t″.	s.	δ.	φ.	t″.	s.	δ.	φ.	t″.	s.	δ.
°	h m	h m	° ′	°	h m	h m	° ′	°	h m	h m	° ′
30....	3.29,8	6.28,1	11.57,3	40.....	3.59,8	6.53,3	15.22,1	50.....	4.52,2	7.34,0	18.30,0
31....	3.32,1	6.30,1	12.18,5	41.....	4. 3,7	6.56,3	15.38,3	51.....	4.59,6	9.39,4	18.47,7
32....	3.34,6	6.32,3	12.39,4	42.....	4. 7,9	6.59,5	15.55.3	52.....	5. 7,4	7.45,2	19. 5,6
33....	3.37,2	6.34,5	13. 0,9	43.....	4.12,4	7. 3,0	16.13,8	53.....	5.15,9	7.51,3	19.22,4
34....	3.39,9	6.36,9	13.22,8	44.....	4.17,1	7. 6,7	16.33,4	54.....	5.25,0	7.57,6	19.37,8
35....	3.42,8	6.39,4	13.43,7	45.....	4.22,1	7.10,7	16.52,9	55.....	5.34,8	8. 4,3	19.52,5
36....	3.45,8	6.41,9	14. 3,6	46.....	4.27,4	7.14,8	17.12,2	56.....	5.45,5	8.11,3	20. 4,8
37....	3.49,0	6.44,6	14.23,6	47.....	4.33,1	7.19,1	17.31,0	57.....	5.57,1	8.18,7	20.16,4
38....	3.52,4	6.47,3	14.42,4	48.....	4.39,1	7.23,8	17.50,7	58.....	6. 9,8	8.26,6	20.27,3
39....	3.56,0	6.50,3	15. 2,4	49.....	4.45,5	7.28,8	18.11,0	59.....	6.23,9	8.35,0	20.36,6
40....	3.59,8	6.53,3	15.22,1	50.....	4.52,2	7.34,0	18.30,0	60.....	6.39,5	8.46,0	20.56,1

» Toutefois, il n'est pas nécessaire de se conformer d'une manière absolue à ces règles dans le choix des étoiles; le seul inconvénient, en modifiant de 1° à 2° la valeur des coordonnées, serait que la durée de l'intervalle entre les observations extrêmes deviendrait un peu plus longue. Mais on aura ainsi la faculté de pouvoir choisir d'avance, dans les Catalogues, les couples les plus convenables. Comme on doit observer l'une de ces étoiles près de l'horizon, il sera toujours avantageux d'avoir à sa disposition des astres d'un bel éclat. Cependant, le double miroir étant confectionné pour une distance déterminée, il faut, dans la modification des coordonnées théoriques, suivre une certaine règle; il faut satisfaire à la condition que la distance des deux astres dans l'espace ne diffère que de quelques minutes d'arc seulement de la valeur Δ, car autrement les deux images ne pourraient plus être aperçues à la fois dans le plan focal de la lunette. Voici le procédé à suivre pour ne pas s'exposer à une méprise. Nous avons $\cos\Delta = \sin\delta'\sin\delta'' + \cos\delta'\cos\delta''\cos S$; en différentiant, on a

$$\begin{aligned}\sin\Delta\, d\Delta = {} & (\sin\delta'\cos\delta''\cos S - \cos\delta'\sin\delta'')\, d\delta' \\ & + (\cos\delta'\sin\delta''\cos S - \sin\delta'\cos\delta'')\, d\delta'' + \cos\delta'\cos\delta''\sin S\, dS;\end{aligned}$$

en remplaçant δ'' par φ, $\cos S$ par $-\operatorname{tang}\varphi \operatorname{tang}\delta$ et $\sin\Delta$ par l'unité, on obtient $d\Delta = \sin S\cos\delta'\cos\varphi\, dS - \frac{\sin\varphi}{\cos\delta'}\, d\delta' - \frac{\sin\delta'}{\cos\varphi}\, d\varphi$; en substituant les valeurs de S et de φ, on obtient, pour Paris, la relation suivante : $1,72\, d\Delta = -0,82\, d\delta - 1,37\, d\varphi + dS$; en faisant varier les valeurs dS, $d\varphi$ et $d\delta'$ de 1° à 2°, cette relation permettra de choisir les coordonnées de manière que $d\Delta$ ne dépasse pas la valeur de quelques minutes d'arc. Nous avons pu ainsi trouver dans les Catalogues une vingtaine de couples de belles étoiles rendant la mesure très facile. On observera donc la projection de la distance de deux couples, en remplissant les conditions

théoriques exposées précédemment. Toutefois, pour connaître les éléments de la réfraction, on ne se contentera pas seulement d'opérer aux époques du maximum et du minimum; on effectuera en outre dans l'intervalle des observations extrêmes le plus grand nombre possible de mesures. Nous allons procéder à une analyse très sommaire pour comparer l'ancienne méthode avec la nouvelle. Dans la méthode ordinaire, il entre :

» 1° Tout le cortège des erreurs systématiques à redouter dans des déterminations absolues, tenant par exemple à la flexion, aux divisions, à des mouvements périodiques du micromètre ou du barillet de l'objectif, et également à ce que la lunette ne tourne pas rigoureusement dans un plan, etc.;

» 2° Les erreurs provenant des constantes, de l'inclinaison des fils, des valeurs des tours de vis des microscopes, des déterminations nadirales, des variations de la collimation dans l'intervalle des observations, des réductions et des erreurs accidentelles des observations elles-mêmes, etc.

» Dans la nouvelle méthode, la totalité des inexactitudes systématiques que nous venons de signaler n'existe pas : on se trouve en présence d'une seule erreur, l'erreur accidentelle, émanant des mesures différentielles des distances; elle offre donc, pour l'exactitude, une supériorité considérable sur la méthode usuelle. La valeur de la nouvelle méthode se manifeste encore davantage, si l'on examine la question au point de vue de l'exécution pratique, c'est-à-dire si l'on met en regard la quantité et la durée du travail nécessaire dans les deux cas pour atteindre le but poursuivi. En effet, le minimum de précision que l'on désire obtenir dans la détermination de la constante de la réfraction ρ est le dixième de seconde d'arc; par conséquent la moyenne des erreurs du résultat cherché ne doit pas dépasser $\pm 0'',03$; car, dans ce cas seul, on peut à peu près garantir le dixième de seconde, l'erreur réelle pouvant être trois ou quatre fois plus grand que l'erreur probable. Or la moyenne des erreurs purement accidentelles ε d'une observation méridienne est d'environ $\pm 0'',6$; mais, comme c'est une condition essentielle d'observer la moitié des passages aussi près que possible de l'horizon, il faut, à cause des ondulations considérables des images, admettre pour ε au minimum $\pm 0'',8$. L'erreur de la constante ρ, déduite de quatre observations, sera par conséquent $\pm 1'',6$. D'un autre côté, nous devons admettre que la valeur moyenne du coefficient de ρ sera tout au plus 2; car non seulement on observera au passage inférieur le plus souvent au-dessus de 10° de hauteur, mais on doit encore dans cette étude déterminer deux autres éléments, le coefficient de dilatation de l'air et une certaine constante

dépendant du décroissement de la température, à mesure qu'on s'éloigne de la surface terrestre. En résumé, l'erreur qui résulte de la combinaison des observations sera certainement supérieure à $\pm \frac{1'',6}{2} = \pm 0'',8$. Pour avoir alors ε égal à $\pm 0'',03$, il faudra donc au moins 720 groupes d'observations se composant de 1500 passages supérieurs et de 1500 passages inférieurs. On pourra ensuite déduire la constante de la réfraction à $0'',1$ près s'il n'y avait à craindre que des erreurs accidentelles; mais cet élément restera néanmoins affecté de toute la série des inexactitudes systématiques signalées plus haut. En supposant qu'on puisse effectuer dans une année 100 passages supérieurs et inférieurs, pouvant être combinés ensemble, il faudra près de 15 années d'études pour arriver à un résultat aussi imparfait et ne fournissant en vérité aucune indication rigoureuse sur les véritables lois suivant lesquelles agit la réfraction.

» Dans la nouvelle méthode, l'erreur accidentelle ε d'une mesure de la distance entre deux belles étoiles que l'on pointe successivement dix fois, et même dans des circonstances défavorables, est tout au plus $0'',5$; mais comme, pour la détermination de ρ, on n'a besoin que de combiner deux observations ε, deviendra égale à $10'',05\sqrt{2}$. En effectuant la première mesure à l'époque où l'une des deux étoiles se trouve à 10° au-dessus de l'horizon, le coefficient de ρ sera environ de 4, à 8° il deviendrait égal à 5. Or, avec les équatoriaux, dont la puissance optique est, en général, bien supérieure à celle des instruments méridiens, on peut souvent étudier les astres à des hauteurs plus faibles; car, ayant la faculté d'observer les étoiles à toute époque, on peut attendre le moment favorable. Le coefficient de ρ, variant entre 1 et la valeur la plus forte, sera donc en moyenne bien supérieur à 2; mais, en admettant néanmoins, comme précédemment, le coefficient moyen égal à 2, nombre qui est ici certainement un minimum, on aura au maximum $\varepsilon = \pm 0'',36$. Pour réduire, par la répétition des opérations, à $\varepsilon \pm 0'',03$, il faudra donc tout au plus 144 groupes de mesures, se composant de 288 observations simples, ce qui peut être réalisé dans un laps de temps très court, car on peut effectuer, avec un équatorial, dans quelques heures, un très grand nombre d'observations simples, chacune d'elles ne réclamant qu'environ trois minutes de temps pour l'exécution. Comme on le reconnaît maintenant facilement, on peut obtenir, pour les éléments cherchés, dans un mois, une précision supérieure à celle fournie par l'ancienne méthode en 15 années de travaux d'observations et de recherches de toute nature pour la détermination des constantes instrumentales.

» Cette méthode présente quelques légères difficultés, lorsqu'il s'agit de la mesure de grandes distances. En effet, en pointant les deux astres simultanément, l'attention de l'astronome est partagée et il en résulte une certaine incertitude dans l'opération; d'un autre côté, si l'on bissecte alternativement les deux étoiles, on est obligé de supposer que l'entraînement de l'instrument par le mécanisme d'horlogerie se fait d'une manière uniforme pendant le temps de chaque mesure individuelle. En vérité, ces difficultés ne sont pas considérables; mais il est néanmoins utile d'indiquer un procédé qui permette de les éviter et qui offre encore la possibilité de pouvoir entreprendre l'étude de la réfraction au moyen d'instruments non pourvus ni d'un double fil mobile, ni d'un mouvement d'horlogerie. Finalement ce procédé présente encore ce dernier avantage de pouvoir arriver au but cherché par des opérations un peu différentes, ce qui est toujours désirable dans les recherches scientifiques. En posant dans les équations $S = 180°$, on a $\alpha = \beta = 90°$, $\gamma = 180°$ et $\Delta = \delta'' - \delta'$; les deux étoiles se trouvent dans le même cercle horaire, les deux mouvements diurnes sont perpendiculaires à la trace du plan de réflexion et ont des directions contraires. Dans ce cas, au lieu d'être obligé, comme dans la première méthode, de pointer simultanément les deux astres, on peut le faire successivement. On bissectera d'abord la première étoile et l'on procédera ensuite à la seconde mesure; la distance sur la trace du plan de réflexion restant ici toujours invariable. On reconnaît que l'opération ici est identique à celle que l'on exécute lorsqu'il s'agit de la mesure de différence en déclinaison; dans ces conditions on n'a besoin ni de recourir à un second fil mobile ni de faire usage d'un mouvement d'horlogerie. En posant ainsi $\Delta = \delta'' - \delta' = 90°$, pour avoir, comme dans le premier procédé, une grande variation de la réfraction, il faut respectivement choisir les déclinaisons des étoiles égales à la latitude et à la colatitude et leur différence en ascension droite égale à 12^h.

» Pour faciliter le choix des étoiles, on peut, sans inconvénient, augmenter ou diminuer également la déclinaison de chaque étoile de quelques degrés, pourvu que $\delta'' - \delta' = \Delta$ ne diffère de $90°$ que de quelques minutes. Pour trouver la durée du travail, on a l'équation de condition $\cos z' = \cos z''$; $\cos z'' = \sin^2\varphi + \cos^2\varphi \cos\tau'$; il en résulte $\cos\tau' = \frac{\sin(45 - \varphi)}{\sin(45 + \varphi)} \operatorname{tang}\varphi$, ou $\sin^2\frac{\tau}{2} = \frac{1}{2\sqrt{2}\cos\varphi \sin(45 + \varphi)}$ et $\cos z'$ ou $\cos z'' = \sin^2\varphi \sin^2\frac{t'}{2}$.

» Pour la latitude de Paris, on trouve $z'' = z' = 57°45'$ et l'intervalle de

temps entre les observations égal à $6^h\,17^m\,36^s$, durée beaucoup plus grande que dans le premier cas. A mesure que les latitudes deviennent plus faibles, les différences entre les durées du travail dans les deux méthodes diminuent progressivement, et à l'équateur on trouve une durée identique avec celle du premier procédé. On choisira, dans chaque soirée, deux couples d'étoiles, comme précédemment; on commencera l'étude au moment où les deux étoiles d'un des couples se trouveront dans un même cercle horaire, c'est-à-dire à l'instant du maximum de la réfraction, et, quelques minutes après, on mesurera le second couple au moment du minimum. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Des dangers d'incendie par l'acide azotique.* Note de **M. G. Lechartier.**

« La fabrication d'un certain nombre de produits industriels et en particulier celle des matières explosibles, telles que la dynamite et le coton-poudre, exigent l'emploi d'acide azotique qui, par son degré de concentration, se rapproche beaucoup de l'acide azotique monohydraté. Cet acide, qui marque 48° à 49° à l'aréomètre Baumé, à la température de 15°, a une densité variant de 1,50 à 1,51. Par des titrages directs nous avons reconnu qu'il contient 91 à 93 pour 100 d'acide azotique monohydraté. Sous une faible épaisseur sa couleur ressemble à celle de l'huile d'olive; il fume fortement à l'air et, exposé à la lumière, il se charge rapidement de vapeurs rouges. Comme l'acide monohydraté, il rend le fer passif et transforme la benzine en nitrobenzine sans addition d'acide sulfurique.

» Cet acide présente, dans les transports et les manipulations, les mêmes dangers que l'acide monohydraté pur. Pour ne laisser aucun doute à ce sujet, nous avons cru utile de signaler des faits que nous nous sommes trouvé en situation de vérifier et des essais de laboratoire qui en ont été la conséquence.

» A la fin du mois de mai 1883, sur la ligne de Paris à Brest, un wagon ouvert, chargé de touries de cet acide, prenait feu au moment d'arriver en gare de Caulnes-Dinan. Les touries, entourées de paille, étaient emballées dans des paniers en osier. Le mois suivant, un wagon remisé en gare de Brest et isolé de toutes les autres marchandises, prenait feu après un stationnement de plusieurs jours. Ce wagon était le reste d'un chargement expédié de Lyon et dont la majeure partie avait été détruite par un incendie déclaré en cours de transport. L'examen des faits tendait à prouver que

ces incendies avaient pris naissance à la suite de la rupture d'une tourie.

On trouvait une explication plausible de ces faits dans les propriétés connues de l'acide azotique, qui attaque avec énergie les matières organiques, telles que la paille. On comprend que l'action est d'autant plus intense que la matière est plus sèche, qu'elle a été plus échauffée par l'action solaire et que cette oxydation dégage de la chaleur; d'où la possibilité d'admettre que la paille puisse, dans ces conditions, se trouver échauffée jusqu'à sa température d'inflammation.

» Voici quelques essais à l'appui de ces indications théoriques. La difficulté d'expériences de cette nature réside dans ce fait qu'on ne peut opérer que sur de faibles quantités de matières et que la masse des corps agissant à la fois l'un sur l'autre a, dans ce cas, une grande importance.

» 1° 29^{gr} de paille portés dans une capsule de porcelaine à une température de 50° et arrosés avec 25^{cc} d'acide fournissent un dégagement immédiat de vapeurs nitreuses, et la température de la masse dépasse rapidement 100°.

» 2° On introduit 50^{gr} de paille coupée en petits fragments dans une grande capsule de porcelaine dont on chauffe le fond à 80°. Cette température est celle des fragments de paille en contact avec les parois, tandis qu'à la surface la matière ne produit sur la main qu'une faible sensation de chaleur. On répand sur la paille 50^{cc} d'acide azotique pris à la température ordinaire. En quelques instants un flot de vapeurs rouges s'élève de la capsule; la paille devient rapidement incandescente et la masse s'enflamme.

» Il suffit que des bonbonnes d'acide entourées de paille et exposées à l'action solaire soient brisées accidentellement pour que les conditions des essais précédents se trouvent réalisées. Au début, la paille échauffée par le soleil est à une température de 50°; elle est immédiatement attaquée par l'acide au point où l'écoulement commence; il en résulte un échauffement rapide des parties voisines, une intensité d'action plus grande de la part de l'acide et enfin incandescence de la matière organique.

» Nous avons même pu constater que, lorsqu'il s'agit de touries contenant 90^{kg} à 100^{kg} de cet acide azotique, il n'est pas nécessaire que la paille qui les entoure soit sèche et échauffée préalablement par les rayons solaires.

» Une tourie placée sous un hangar ouvert et exposée à l'action de l'air humide du mois de novembre dernier a été brisée accidentellement. La paille qui l'entourait a immédiatement pris feu.

» Il est donc nécessaire de prendre des précautions sérieuses dans le transport de ces acides concentrés; il faut encore, lorsqu'on les conserve dans des magasins ou sous des hangars, éviter, autour des bonbonnes, la présence des matières organiques telles que la paille. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les Concours de l'année 1886.

Le dépouillement donne les résultats suivants :

Prix Vaillant (*Étudier l'influence que peuvent avoir, sur les tremblements de terre, l'état géologique d'une contrée, l'action des eaux ou celle des causes physiques de tout autre ordre*) : MM. Daubrée, Fouqué, Hébert, Gaudry et des Cloizeaux réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. Boussingault et Bouquet de la Grye.

Prix Barbier : MM. Gosselin, Chatin, Larrey, Richet et Duchartre réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. Vulpian et Charcot.

Prix Desmazières : MM. Duchartre, Van Tieghem, Chatin, Trécul et Cosson réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. Naudin et Grandidier.

Prix de la Fons-Mélicocq : MM. Duchartre, Van Tieghem, Trécul, Chatin et Naudin réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. Cosson et Grandidier.

Prix Thore : MM. de Quatrefages, Blanchard, Chatin, Duchartre et A. Milne-Edwards réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. Van Tieghem et Trécul.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Decante** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire intitulé : « Note sur les marées de la Charente : Rochefort, île d'Aix. »

(Commissaires : MM. Faye, Tisserand, de Jonquières, Lippmann.)

M. **Niepce** adresse, de Nice, des recherches sur les moyens de combattre la tuberculose.

(Renvoi au Concours des prix de Médecine et Chirurgie.)

Un **Auteur** dont le nom est contenu dans un pli cacheté, avec la devise « Principiis obsta », adresse un Mémoire « Sur la fièvre typhoïde ».

(Renvoi au Concours des prix de Médecine et Chirurgie.)

M. **Jordes** adresse, pour le Concours des prix de Statistique, un Mémoire intitulé : « Résultats de la loi Roussel; leur rapport avec l'accroissement de la population en France ».

(Renvoi au Concours de Statistique.)

M. **E.-L. Lamothe** adresse, pour le Concours des prix de Médecine et Chirurgie, une Brochure intitulée : « Guide du médecin inspecteur de la première enfance ».

(Renvoi au Concours de Médecine et Chirurgie.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, le « Bulletin de l'Association pomologique de l'Ouest, première année et seconde année (1883 et 1884) ». (Présenté par M. Hervé Mangon.)

M. **J. Fischer** prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à l'une des places vacantes dans la Section d'Anatomie et Zoologie.

(Renvoi à la Section d'Anatomie et Zoologie.)

ASTRONOMIE. — *Observations équatoriales des comètes Brooks, Barnard et Fabry, faites à l'observatoire de Bordeaux en février* 1886. Note de MM. G. Rayet et Courty, présentée par M. Mouchez.

I. Comète Brooks.

Date. 1886.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.	Étoile de compar.	Observateur.
Fév. 7....	6h50m16s,4	22h32m0s,02	$\bar{1}$,651	69°3′11″,70	−0,744	*a*	G. Rayet.

Position moyenne de l'étoile de comparaison pour 1886,0.

Étoile.	Catalogue.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
a.....	Argelander + 20°, n° 5187.	22h30m44s,96	−0s,92	69°3′13″,68	−1″,30

II. Comète Barnard.

Date. 1886.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log fact. parallaxe.	Étoile de compar.	Observateur.
	h m s	h m s		° ′ ″			
Fév. 7.....	8. 6. 7,1	2.10.10,28	$\bar{1}$,507	74.20. 2,94	−0,684	*a*	Courty.
10.....	8.18.49,7	2. 7.30,92	$\bar{1}$,557	73.37.58,26	−0,681	*b*	Id.
13.....	7.46. 4,1	2. 4.12,50	$\bar{1}$,524	73.19.25,34	−0,678	*c*	Id.
16.....	8. 7.12,8	2. 3. 2,41	$\bar{1}$,575	72.12.43,83	−0,692	*d*	Id.
17.....	7.37. 3,9	2. 2.26,11	$\bar{1}$,540	71.58.21,43	−0,672	*e*	Id.
18.....	7.58.28,2	2. 1.46,17	$\bar{1}$,571	71.44.12,47	−0,766	*f*	Id.
24.....	7.53.44,5	1.58.34,48	$\bar{1}$,602	70.11.29,07	−0,692	*g*	Id.

Position moyenne des étoiles de comparaison pour 1886,0.

Étoiles.	Catalogue.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
	°	h m s	s	° ′ ″	″
a.....	Argelander + 15, n° 321.	2. 9.21,15	0,00	74.20.25,53	+4,66
b.....	» + 16, n° 252.	2. 6.15,41	−0,06	73.49.57,12	+4,60
c.....	» + 16, n° 1.	2. 1.43,98	−0,12	73.21. 8,86	+4,53
d.....	» + 17, n° 324.	2. 4.49,76	−0,14	72.10.13,12	+4,46
e.....	» + 17, n° 314.	2. 0.44,91	−0,18	71.58.13,51	+4,37
f.....	» + 18, n° 276.	2. 2. 9,80	−0,18	71.42. 3,44	+4,40
g.....	» + 19, n° 325.	1.59.58,95	−0,27	70.16.30,46	+4,42

III. Comète Fabry.

Date. 1886.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log facteur parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log facteur parallaxe.	Étoiles de compar.	Observ.
	h m s	h m s		° ′ ″			
Fév. 7....	7.29. 1,2	23.23.32,98	$\bar{1}$,659	65.18.19,86	—0,716	*a*	Courty.
9....	7.14.51,0	23.23. 9,22	$\bar{1}$,658	64.56.12,02	—0,708	*b*	Id.
10....	7. 1.52,8	23.22.58,37	$\bar{1}$,655	64.44.33,07	—0,696	*c*	Id.
13....	7. 0.19,2	23.22.30,31	$\bar{1}$,661	64.10.24,90	—0,705	*d*	Id.
16....	7.22.16,3	23.22. 3,35	$\bar{1}$,673	63.32.19,75	—0,721	*e*	Id.
17....	6.59.52,5	23.21.56,60	$\bar{1}$,669	63.20.10,82	—0,715	*f*	Id.
18....	7. 9.22,0	23.21.49,47	$\bar{1}$,674	63. 6. 0,32	—0,728	*g*	Id.
22....	7.28. 4,7	23.21.20,48	$\bar{1}$,677	62.10.40,93	—0,759	*h*	Id.
24....	6.40.56,4	23.21. 5,23	$\bar{1}$,672	61.41. 4,50	—0,714	*i*	Id.

Position moyenne des étoiles de comparaison pour 1886,0.

Étoiles.	Catalogue.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
a....	Argelander + 24°, n° 4776.	23.21.17,84	—0,74	65.13.35,56	—1,64
b....	» + 24, n° 4786.	23.24.47,79	—0,74	64.59.28,01	—1,33
c....	» + 25, n° 4944.	23.23.32,75	—0,75	64.43.40,58	—1,22
d....	» + 25, n° 4951.	23.25.32,74	—0,76	64. 9.39,69	—0,79
e....	» + 26, n° 4625.	23.19.30,62	—0,79	63.31.18,40	—0,42
f....	» + 26, n° 4621.	23.19. 9,15	—0,79	63.26.24,58	—0,24
g....	» + 26, n° 4628.	23.20.22,09	—0,79	62.55.11,99	—0,16
h....	» + 27, n° 4561.	23.24.27,46	—0,79	63. 9. 4,15	+0,43
i....	» + 28, n° 4587.	23.22.11,38	—0,80	61.43.35,15	+0,74

ASTRONOMIE. — *Observation de la nébuleuse de Maïa.* Lettre adressée par M. **Perrotin** à M. Mouchez.

« Nice, le 5 mars 1886.

» Je vous confirme la dépêche que j'ai eu l'honneur de vous envoyer hier matin. En masquant Maïa, nous avons pu observer la nébuleuse découverte par MM. Henry. Je l'ai vue d'abord seul, le 28 février, puis les 3 et 4 mars, en compagnie de MM. Thollon et Charlois qui l'ont aperçue, comme moi, sans trop de difficulté, du moins dans certaines de ses parties.

» La nébuleuse nous a paru être comprise dans un angle de 120° en-

viron, ayant l'ouverture tournée vers le nord-ouest, le sommet à l'étoile et dont l'un des côtés est dirigé sensiblement suivant la ligne qui va de Maïa à l'étoile voisine An. 4 (Bessel).

» L'aspect général est celui d'un nuage faiblement lumineux, dont les diverses parties sont très inégalement éclairées.

» Deux régions un peu plus brillantes que le reste sont indiquées sur le petit dessin ci-inclus; l'une consiste en un filet nébuleux ([1]) partant de Maïa et atteignant presque la petite étoile An. 4 (Bessel); l'autre est au nord-est et à 2′ à peu près de Maïa. C'est la partie la plus lumineuse et la plus étendue. Le 4, nous avons cru entrevoir au centre de cette nébulosité des points brillants extrêmement faibles.

» Voilà tout ce que nous avons pu voir. Il faut dire que les conditions sont assez défavorables, les Pléiades se trouvant déjà assez éloignées du zénith et ne pouvant être observées, à cette époque, que pendant un temps relativement court.

» Chose extraordinaire à Nice, le temps a été presque constamment mauvais depuis le milieu de janvier et nous n'avions pu faire plus tôt cette observation intéressante, qui est une nouvelle confirmation de la belle découverte de MM. Henry.

» Il importe d'ajouter que nous avons vu la nébuleuse parce que nous savions qu'elle existait, de même que l'on peut voir les satellites de Mars avec des lunettes bien moins puissantes que celle qui a servi à les découvrir. Nous ne l'aurions pas observée sans cela, certainement.

» L'aménagement intérieur de notre grande coupole touche à sa fin, et j'espère que le montage de l'instrument va pouvoir commencer dans une quinzaine de jours.

» *P.-S.* — Le dessin de la nébuleuse est de M. Thollon. »

OPTIQUE. — *Sur l'exécution des objectifs pour instruments de précision.* Note de M. **Léon Laurent**, présentée par M. A. Cornu.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie des objectifs destinés aux instruments de précision. Ils sont exécutés au moyen de méthodes pratiques qui permettent d'arriver sûrement à la limite possible. M. Cornu a

---

([1]) Au-dessus de ce filet lumineux, il en existe un second plus faible, à peine perceptible.

bien voulu en calculer les courbes, après avoir mesuré les indices du crown et du flint; les surfaces ont été réussies d'emblée et je n'ai pas eu à y retoucher.

» Pour exécuter un objectif, les conditions *principales* à remplir sont de faire des surfaces *sphériques* et bien *centrées*. On essaye l'objectif et l'on constate qu'il est bon ou mauvais: dans ce dernier cas, on est très embarrassé pour savoir où est le défaut, et par suite comment y remédier; dépend-il des surfaces (il y en a quatre), de leur centrage, ou de la matière?

» J'ai cherché à distinguer ces différents cas.

» Le crown et le flint sont examinés d'abord comme matière; malheureusement on n'a pas de règle précise pour savoir quand il faut les rejeter.

» *Surfaces.* — C'est le point principal; or, dans les ateliers, on ignore ce qu'elles sont; on n'a rien pour les contrôler. La méthode des *anneaux colorés* de M. Fizeau m'ayant donné de très bons résultats dans l'exploration des surfaces planes (¹), j'ai cherché à l'étendre aux surfaces *courbes*, mais ici les difficultés sont encore plus grandes, à cause de la diversité des courbes.

» J'ai disposé l'appareil (*fig.* 1). Soit, comme exemple, la surface d'un crown C à contrôler, et je suppose que l'on possède un type T concave; on place le crown sur le type. Si les rayons d'interférences réfléchis par les deux surfaces en contact T et C ont leurs foyers dans les environs de O, où l'on place l'œil, on verra les franges directement, mais le plus souvent il n'en est pas ainsi; si le foyer est plus bas que O, on interposera une lentille divergente I, et s'il est plus haut, une lentille convergente. On peut employer des lentilles courantes; on a aussi une certaine latitude pour leurs foyers, car on peut faire varier la place de cette lentille et celle de la surface examinée.

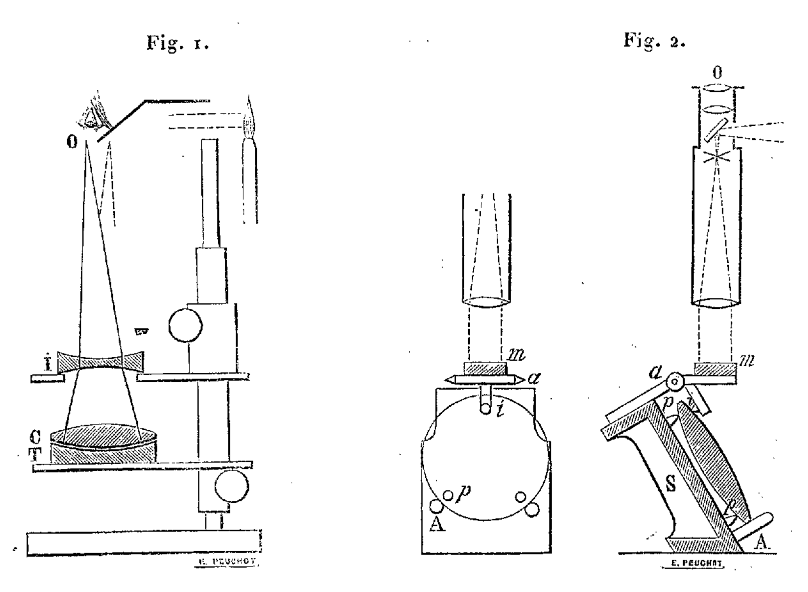
» Quand on s'est familiarisé avec l'usage des anneaux, on se rend compte d'un coup d'œil de la valeur d'une surface comparée à un type connu. Suivant le nombre des anneaux, révélant une forme plus concave ou plus convexe, leur écartement, on voit si la surface est de révolution et comment varie le rayon de courbure, du centre aux bords, c'est-à-dire si le centre est *creusé* et les bords *rabattus*.

Types. — Pour se procurer les types, on ne peut faire pour chacun d'eux les mêmes sacrifices que pour un plan type unique, mais, avec des précautions, on peut arriver à un bon résultat. On travaille deux surfaces

(¹) *Comptes rendus*, t. XCVI, p. 1035; 1883.

(une concave et une convexe), on les polit très peu, juste assez pour voir les franges; de cette façon, les surfaces sont déformées le moins possible; on les examine sur l'appareil (*fig.* 1) et l'on affecte à chacune la moitié des erreurs constatées; il suffit qu'elles soient très faibles; or on peut répondre d'une surface à un anneau près, soit $\frac{1}{3}$ de micron : c'est une limite, car une légère différence de température suffit pour faire apparaître ou disparaître un anneau.

Fig. 1. Fig. 2.



» *Centrage des surfaces.* — Une surface polie est reconnue bonne, et l'autre est *préparée;* il s'agit de voir si elle est bien centrée et si on peut la polir. Cette condition sera remplie si les bords sont rigoureusement de même épaisseur; le verre étant d'ailleurs débordé rond. Pour la vérifier, j'ai imaginé la disposition de la *fig.* 2. Un support incliné S porte trois pointes p; le verre est posé sur ces pointes et s'appuie sur deux arrêts inférieurs A, qui lui donnent une position bien déterminée; à la partie supérieure, une équerre mobile autour de l'axe a porte deux bras : l'un s'appuie sur le verre par une pointe en ivoire i, l'autre porte un miroir m. Si l'on fait tourner le verre sur lui-même et s'il n'est pas d'égale épaisseur, l'équerre oscillera. Ce petit appareil est placé sous une lunette dont les fils sont éclairés sur le côté; leur image, après réflexion sur le miroir m, vient se former sur eux-mêmes; les mouvements du miroir déplacent cette image

et indiquent les différences d'épaisseur; l'amplification totale est de 500 fois ([1]).

» *Essai des objectifs.* — Le procédé le plus *commode* est l'emploi de mon *focomètre* ([2]). On essaye l'objectif sans monture et non biselé, par tous les temps; on apprécie de très faibles différences de foyer; les défauts sont *doublés;* on peut éclairer avec des lumières diversement colorées et juger de l'achromatisme; l'emploi du quadrillé éclairé, sur fond noir, révèle facilement l'astigmatisme, etc.

» Parmi une série d'objectifs exécutés, quelques-uns présentaient de l'astigmatisme; le défaut ne peut provenir que de la matière et il faut, sans hésiter, rejeter le crown ou le flint reconnu mauvais; ces défauts ne pouvaient se constater *d'avance* et le moins bon des objectifs astigmatiques donne de bonnes images en visant une affiche ou une cheminée. Avec les moyens ordinaires, on referait quelques surfaces, un peu au hasard, et sans obtenir d'amélioration; au contraire, peut-être.

» Les objectifs présentés ont 70^{mm} de diamètre et 735^{mm} de foyer. J'ai tenu à vérifier si j'étais près de la *limite* assignée par Foucault, pour le dédoublement des images. J'ai alors remplacé l'oculaire du focomètre par un microscope grossissant 30 fois, et le quadrillé par des divisions au diamant, sur verre. Les traits étant espacés de $0^{mm},01$, l'objectif entier donne une image réfléchie très nette, et l'on voit qu'on peut aller plus loin; cela équivaut à un dédoublement de deux secondes environ; or la limite serait $1'',8$ (on remarquera que l'objectif travaille ici deux fois). »

CHIMIE. — *Sur les états isomériques du sesquichlorure de chrome. Chlorure hydraté gris. Chlorure anhydre.* Note de M. **A. Recoura**, présentée par M. Berthelot.

« Dans une Communication précédente (*Comptes rendus,* p. 515 de ce volume) sur les états isomériques du sesquichlorure de chrome, j'ai étudié le sesquichlorure vert cristallisé, dont j'ai donné un mode de préparation

---

([1]) Depuis la rédaction de cette Note, M. Cornu m'a dit qu'il avait vu autrefois en Allemagne des dispositifs présentant une analogie plus ou moins lointaine avec ceux qui me servent actuellement.

([2]) *Comptes rendus,* t. C, p. 903; 1885.

rapide. J'ai montré que la dissolution de ce corps dans l'eau n'est pas stable, que sous différentes influences et même spontanément elle se transforme pour aboutir à un état final bien déterminé, qui est une solution bleu violet que j'ai caractérisée par des mesures thermiques. Pour établir que cette dissolution constitue un état isomérique du sesquichlorure de chrome, il était nécessaire d'isoler à l'état solide le corps dissous. Voici le procédé que j'ai employé.

» *Préparation et propriétés du chlorure hydraté gris solide.* — Le corps n'était connu jusqu'à présent qu'à l'état dissous; on l'obtenait en décomposant l'alun violet de chrome par le chlorure de baryum. J'ai montré que cette dissolution est identique à celle qui provient de l'altération spontanée ou artificielle du chlorure vert. Mais il était impossible de retirer de la dissolution fort étendue que l'on obtenait ainsi le chlorure dissous. Pour arriver à ce résultat, j'ai employé le procédé qui m'a servi à préparer le chlorure vert cristallisé, ainsi que le protochlorure de chrome, et qui consiste à précipiter d'une dissolution *très concentrée* le chlorure, par un courant d'acide chlorhydrique gazeux. Pour préparer une dissolution très concentrée de chlorure gris, je transforme une dissolution très concentrée de chlorure vert par l'action de la chaleur. L'étude thermique des dissolutions concentrées, et soumises à l'action de la chaleur, de chlorure vert, m'a montré que ces dissolutions éprouvaient une transformation d'autant plus faible qu'elles étaient plus concentrées. Aussi n'a-t-on pas intérêt à transformer une solution saturée de chlorure vert; si, d'autre part, on prend une dissolution trop étendue, l'acide chlorhydrique ne pourra plus en précipiter le chlorure. L'expérience m'a indiqué une concentration convenable (poids égaux de chlorure vert et d'eau). Une telle dissolution, chauffée quelques minutes à 80° et traitée ensuite à 0° par un courant d'acide chlorhydrique, donne un précipité gris pulvérulent qu'on sépare *immédiatement* de la dissolution, essore et dessèche sur la porcelaine.

» Ce précipité est une poudre grise. Mes analyses m'ont conduit à la composition $Cr^2Cl^3, 13HO$, qui est exactement la composition de l'hydrate vert que je précipite par le même procédé des dissolutions vertes. Très soluble dans l'eau, il donne une solution bleu-violet, identique, ainsi que je l'ai vérifié par les mesures thermiques, à la solution bleu-violet qui provient de l'altération d'une dissolution verte. *L'état bleu-violet correspond donc bien à un état isomérique particulier du sesquichlorure de chrome.* Mais tandis que l'hydrate vert $Cr^2Cl^3, 13HO$ se dissout dans une grande quantité

d'eau en absorbant une quantité de chaleur négligeable, l'hydrate gris

$$Cr^2Cl^3, 13HO$$

se dissout en dégageant une quantité de chaleur très notable.

Cr^2Cl^3, 13 HO vert + Aq = Cr^2Cl^3 vert dissous............ $-0^{Cal},04$
Cr^2Cl^3, 13 HO gris + Aq = Cr^2Cl^3 gris dissous............ $+12^{Cal},02$

» Ceci a une conséquence importante. J'avais montré que le passage de la dissolution verte à la dissolution bleu-violet se fait avec un *dégagement* de chaleur de $9^{Cal},4$; on aura au contraire pour le passage du chlorure vert solide au chlorure gris solide une *absorption* de chaleur de $-2^{Cal},66$.

Cr^2Cl^3, 13 HO vert = Cr^2Cl^3, 13 HO gris $-0,04+9,4-12,02$.... $-2^{Cal},66$

» Le phénomène est donc inverse. Ainsi, tandis que la dissolution bleu-violet est l'état stable d'une dissolution étendue de sesquichlorure de chrome, l'état stable du chlorure solide ou d'une dissolution très concentrée est l'état vert. A l'appui de ceci, j'ai constaté, par des mesures thermiques, que si, par exemple, on chauffe une dissolution étendue, quel que soit son état initial, après refroidissement elle se rapprochera d'autant plus de la dissolution bleu-violet qu'elle était plus étendue; si, au contraire, on chauffe une dissolution concentrée, quel que soit son état initial, après refroidissement elle se rapprochera d'autant plus de la dissolution verte, qu'elle était plus concentrée.

» *Chlorure anhydre.* — Le chlorure anhydre couleur fleur de pêcher, insoluble dans l'eau pure, s'y dissout, comme on sait, très facilement en présence d'une trace de protochlorure de chrome. Pour caractériser le chlorure dissous, j'ai isolé l'hydrate ainsi formé; *j'ai trouvé qu'il est identique au chlorure vert.* J'ai employé pour cela deux procédés. 1° En dissolvant un grand excès de chlorure anhydre dans une petite quantité d'eau (maintenue à 0°), on obtient une bouillie verte, qui essorée à la trompe donne un résidu solide, qui n'est autre que du chlorure vert, d'après les mesures thermiques. 2° D'une dissolution saturée de chlorure anhydre, je précipite le chlorure dissous par un courant d'acide chlorhydrique gazeux. Le précipité obtenu est du chlorure vert.

» Mais ce qui est très remarquable, c'est que cette dissolution qui, soit spontanément, soit artificiellement, abandonne du chlorure vert est caractérisée par des données thermiques parfaitement déterminées, indépen-

dantes de la quantité d'eau qui a servi à effectuer la dissolution, et différentes de celles qui caractérisent le chlorure vert.

$$Cr^2Cl^3 \text{ diss. dans } n\,Aq + 3\,NaO \text{ diss.} = 3\,NaCl \text{ diss.} + Cr^2O^3 \text{ préc.} \ldots \quad +26^{Cal},2$$

n étant quelconque. Une dissolution de chlorure vert aurait dégagé + 31,5. L'explication de ce fait se rattache sans doute à l'explication du mécanisme de la dissolution du sesquichlorure de chrome anhydre au moyen du protochlorure de chrome, mécanisme que j'espère éclaircir au moyen des données thermochimiques.

Conclusion. — En définitive, j'ai rencontré deux variétés isomériques de sesquichlorure de chrome. D'une part, le chlorure vert, auquel se rattache le chlorure anhydre violet; d'autre part, le chlorure gris. Dissoutes dans l'eau, ces deux variétés constituent deux états extrêmes pouvant se transformer l'un dans l'autre en passant par tous les états intermédiaires, la dissolution gris-bleu constituant l'état stable des dissolutions étendues, la dissolution verte, l'état stable des dissolutions très concentrées. Dans les préparations directes des dissolutions de sesquichlorure, on obtient presque toujours un état intermédiaire entre les deux états extrêmes, ce qui explique les contradictions des résultats connus relatifs à ces dissolutions. L'origine de ces dissolutions est la réduction des chromates, la dissolution du chlorure anhydre (solutions intermédiaires), la double décomposition entre un sel violet de chrome et un chlorure (solution gris-bleu). De toutes ces dissolutions, quel que soit leur état, la potasse employée en quantité équivalente précipite un oxyde de chrome qui est toujours le même.

» Mais ces deux variétés de chlorure ne sont pas les seules, comme je le montrerai dans des études ultérieures. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une combinaison d'alcool méthylique et de sulfate de cuivre.* Note de M. DE FORCRAND, présentée par M. Berthelot.

« Lorsqu'on fait réagir à froid le sulfate de cuivre anhydre et l'alcool méthylique pur et déshydraté, il se produit, au bout de quelques instants, soit dans la masse du sulfate de cuivre, soit dans la liqueur, une coloration verte [1]. Cette coloration est due à une combinaison des deux corps, qui est un peu soluble dans un excès d'alcool méthylique.

---

[1] Klepl (*S. f. prakt. Chem.*, 25, p. 526; 1882) avait signalé la coloration du liquide, mais sans faire connaître la combinaison qui en est la cause.

» En prenant du sulfate de cuivre anhydre en poudre très fine et en agitant fréquemment, on constate que cette poudre se transforme complètement en petits cristaux très légèrement teintés en bleu verdâtre et paraissant au microscope incolores et transparents. On sépare ces cristaux du liquide bleu verdâtre par filtration; on les dessèche en les exposant sous une cloche sur des plaques de porcelaine poreuses.

» J'ai trouvé, pour leur composition :

	Trouvé.	Calculé pour $CuO, SO^3 + C^2H^4O^2$.
Cu	28,13	28,38
SO^3	35,00	35,81

» On arrive aux mêmes résultats en chauffant les cristaux à 200°; le résidu est du sulfate de cuivre anhydre, et le liquide abandonné a les propriétés de l'alcool méthylique :

	Trouvé.	Calculé pour $CuO, SO^3 + C^2H^4O^2$.
CuO, SO^3	70,46	71,35
$C^2H^4O^2$	29,54	28,65

» La formule est donc $CuO, SO^3 + C^2H^4O^2$.

» Cette combinaison est analogue aux nombreux composés que forment les alcools méthylique ou éthylique avec divers chlorures métalliques.

» Le liquide bleu verdâtre, séparé du précipité par le filtre, abandonne par évaporation une petite quantité de cristaux qui ont la même composition.

» La formation de ce corps et sa solubilité dans un excès d'alcool méthylique, qui se colore en le dissolvant, ne permet pas d'employer le sulfate de cuivre anhydre pour reconnaître si l'alcool méthylique est privé d'eau.

» La chaleur de dissolution des cristaux a été trouvée de $+5^{Cal},34$ pour $1^{éq}$ ($111^{gr},7$) entre +8° et +10° (1 partie pour 70 parties d'eau).

» On connaît d'ailleurs la chaleur de dissolution du sulfate de cuivre anhydre ($+8^{Cal},1$) et celle de l'alcool méthylique ($+2^{Cal},0$), et je me suis assuré que le mélange des deux dissolutions ne dégage presque pas de chaleur ($+0^{Cal},12$). On en déduit

$$CuO, SO^3 \text{ solide} + C^2H^4O^2 \text{ liquide} + (CuO, SO^3 = C^2H^4O^2) \text{ solide} \ldots\ldots \quad +4^{Cal},88$$

nombre positif de l'ordre de grandeur de ceux qui représentent l'hydratation des sels métalliques; il est assez considérable pour expliquer la forma-

tion de ce composé à froid, toutes les fois que les deux corps se trouvent ensemble et en l'absence de l'eau.

» On n'obtient pas de combinaison semblable avec les homologues supérieurs de l'alcool méthylique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'ammoniaque et de l'eau sur le chloroforme.* Note de M. G. André, présentée par M. Berthelot.

« 1. L'action du chloroforme sur l'ammoniaque a été étudiée surtout par Heintz [1]. Je ne veux donner ici que quelques détails relatifs à l'emploi de l'ammoniaque en solution aqueuse et indiquer les proportions relatives des produits qui résultent de cette réaction.

» Heintz avait remarqué que cinq heures de chauffage, aux environs de 180°, ne suffisaient pas pour attaquer complètement le chloroforme, en présence de l'ammoniaque aqueuse. En effet, il faut chauffer pendant au moins six heures à 200°-225° pour avoir une action complète. Voici comment j'ai opéré :

» A une certaine quantité de chloroforme introduite dans un tube, j'ai ajouté une solution aqueuse concentrée d'ammoniaque, de façon à avoir $1^{éq}$ de C^2HCl^3 pour $4^{éq}$ d'ammoniaque. J'ai également fait l'expérience avec des solutions ammoniacales plus étendues, de façon que les produits formés qui cristallisaient dans le tube dans le premier cas restassent dissous dans le second. J'ai ensuite chauffé comme je l'ai dit plus haut.

» En ouvrant les tubes, il se dégage des produits gazeux mélangés de vapeurs ammoniacales. J'ai recueilli un certain volume de gaz, lequel, après traitement par l'eau, n'était composé que d'oxyde de carbone à peu près pur. Les cristaux contenus dans le tube ont été dissous dans l'eau, et cette solution a été évaporée dans le vide, puis, quelques instants, au bain-marie jusqu'à expulsion d'odeur ammoniacale. On a alors dosé, en faisant trois prises égales : l'ammoniaque totale, le chlore et l'acide formique (il ne se produit pas de cyanure dans cette réaction). Dans tous les cas, que l'ammoniaque ait été ou non en excès par rapport à la proportion initiale $\frac{C^2HCl^3}{AzH^3} = \frac{1}{4}$, le rapport du chlorhydrate d'ammoniaque formé à celui du formiate a été sensiblement égal à $\frac{6}{1}$. Il se produit donc $6^{éq}$ de AzH^4Cl pour 1 seul de formiate.

» En tenant compte aussi de l'oxyde de carbone, on peut donner, comme équation vraisemblable de la réaction, la suivante :

$$2C^2HCl^3 + 7AzH^3 + 6HO = C^2O^2 + 6AzH^4Cl + C^2HAzH^4O^4.$$

---

(1) *Pogg. Ann.*, p. 98-263.

» Lorsque la température n'a pas dépassé 180°, il reste du chloroforme : un tube chauffé pendant deux heures dans ces conditions contenait encore $\frac{1}{4}$ de chloroforme non décomposé.

» J'ai distillé, dans un grand nombre de cas, le chloroforme inaltéré; à la fin, il restait une goutte d'un liquide brun, d'odeur alliacée, et qui pourrait être analogue à celui que Heintz ([1]) obtenait dans la distillation du chloroforme non attaqué par une solution alcoolique d'ammoniaque.

» 2. On peut encore décomposer le chloroforme par l'eau seule.

» J'ai chauffé, à 225° pendant cinq heures, un tube contenant un certain volume de chloroforme, additionné de dix fois son volume d'eau. A l'ouverture du tube, il y avait une assez forte pression; le gaz recueilli et analysé n'était que de l'oxyde de carbone pur, sans acide carbonique. On a pris le titre acidimétrique du contenu liquide, on y a ensuite dosé le chlore et l'acide formique : le rapport entre ces deux derniers corps était à peu près égal à $\frac{15^{\text{éq}}}{1^{\text{éq}}}$.

» Une partie de l'acide formique produit s'est détruite à son tour suivant la réaction

$$C^2H^2O^4 = C^2O^2 + H^2O^2,$$

action sur laquelle je vais revenir.

» Un tube scellé, contenant les mêmes proportions d'eau et de chloroforme que précédemment, a été chauffé pendant cinq heures, d'abord à 225°, puis ouvert au bout de ce temps pour évacuer les gaz, puis chauffé encore pendant cinq heures. Dans ce cas, les $\frac{3}{4}$ environ du chloroforme avaient disparu; il s'était formé une quantité presque double d'acide chlorhydrique, et le rapport $\frac{Cl}{C^2H^2O^4}$ était devenu égal à $\frac{25^{\text{éq}}}{1^{\text{éq}}}$.

» 3. La destruction totale de l'acide formique pur, en tube scellé à 260°, a été étudiée avec détail par M. Berthelot ([2]). On sait que les produits de la décomposition directe de cet acide par la chaleur varient « suivant les proportions relatives entre l'acide formique décomposé et celui qui ne l'est pas encore...; la décomposition en oxyde de carbone et eau représente l'effet initial de la chaleur : elle a lieu en présence d'un excès d'acide formique. La décomposition en acide carbonique et hydrogène représente l'état final. » Cette destruction étant totale, il en résulte qu'elle a lieu même en solution très étendue, ce qui est confirmé par une observation de M. Riban ([3]) qui a chauffé à 175° pendant vingt-quatre heures

---

([1]) *Loc. cit.*, p. 272.

([2]) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 4e série, t. XVIII, p. 27 et 37.

([3]) *Comptes rendus*, t. XCIII, p. 1023.

des solutions formiques à 2 pour 100. J'ai obtenu aussi la destruction de cet acide en chauffant à 225° pendant huit heures une solution contenant par centimètre cube $0^{gr},0437$ $C^2H^2O^4$: $\frac{1}{5}$ environ de l'acide avait disparu, et il s'était produit de l'oxyde de carbone avec traces d'acide carbonique. La présence d'un acide étranger, tel que l'acide chlorhydrique, même très dilué, favorise cette destruction : on a chauffé à 225°, pendant cinq heures, volumes égaux d'une solution formique au titre précédent et d'acide chlorhydrique ($1^{éq} = 2^{lit}$). A l'ouverture du tube, on a recueilli de l'oxyde de carbone pur sans acide carbonique, et l'on a trouvé que les $\frac{2}{5}$ de l'acide formique avaient été détruits par la chaleur dans ces conditions. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'acide picrique sur le térébenthène et sur le thymène.* Note de M. **Lextreit**, présentée par M. Chatin.

« Il y a sept mois, j'annonçais que l'action directe de l'acide picrique sur l'essence de térébenthine produisait un corps de formule

$$C^{20}H^{16}[C^{12}H^3(AzO^4)^3O^2],$$

que les alcalis détruisaient en formant une matière volatile dont la composition me paraissait être la même que celle du camphre; j'ajoutais que, avec le thymène, on obtenait la même combinaison picrique, sur laquelle les alcalis réagissaient de la même façon. Mais, en analysant la matière camphrée dérivée du thymène, je constatai que sa composition se rapportait non à celle du camphre, mais à celle du bornéol. Je me suis assuré depuis que ce dernier corps est le produit normal de cette réaction. Ce n'est donc qu'accidentellement qu'il s'est formé du camphre dans ma première expérience, à moins que le produit ne fût du bornéol un peu impur, dont il avait, du reste, l'odeur.

» L'acide picrique ne paraît pas se combiner à froid avec l'essence de térébenthine; vers 150°, une vive réaction se manifeste, et si, après quelques minutes d'ébullition, on laisse refroidir le liquide, il se dépose une masse jaune d'où l'on retire, par quelques lavages à l'alcool bouillant, des lamelles cristallines incolores, répondant à la formule

$$C^{20}H^{16}[C^{12}H^3(AzO^4)^3O^2].$$

(1) *Société de Pharmacie,* séance du 5 août 1885; *Journal de Pharmacie et de Chimie,* 5e série; t. XII, p. 211.

Leur analyse a donné

$$C = 51,81, \qquad H = 5,52, \qquad Az = 12,10.$$

Le calcul indique

$$C = 52,60, \qquad H = 5,20, \qquad Az = 11,51.$$

» Ces cristaux sont insolubles dans l'eau, peu solubles dans l'alcool froid, très solubles dans l'alcool bouillant et dans l'éther.

» Ils se combinent avec la potasse en solution alcoolique; le nouveau produit a l'aspect des platinocyanures : je me propose d'en reprendre l'étude. A froid, l'ammoniaque et les solutions aqueuses de potasse et de soude les décomposent à peine. A l'ébullition, leur décomposition est complète : il se forme un sublimé blanc répondant à la formule $C^{20}H^{18}O^2$; il a donné à l'analyse

$$C = 78,09, \qquad H = 11,74.$$

Le calcul indique

$$C = 77,92, \qquad H = 11,68.$$

» Sa formule est donc celle d'un bornéol, et le composé qui lui a donné naissance doit être considéré comme son éther picrique et non comme un picrate d'hydrocarbure.

» Il est lévogyre, et son pouvoir rotatoire spécifique est $\alpha_D = -37°$ (1), très voisin de celui du camphre de Bornéo, mais de signe contraire; comme lui, il fond à 199°-200° et bout à 211°.

» Chauffé en tubes scellés, pendant douze heures, à 100°, avec un grand excès d'acide chlorhydrique, il forme avec cet acide une combinaison que l'eau froide saponifie à peine, mais qui est détruite rapidement par l'eau bouillante, ce qui a lieu également avec l'éther chlorhydrique du bornéol.

» L'acide nitrique de densité 1,20 l'oxyde en formant un produit très volatil, dont l'odeur est identique avec celle du camphre des Laurinées et qui en a la composition; son analyse a donné : $C = 78,80$; $H = 10,81$. Le calcul indique $C = 78,94$; $H = 10,52$.

» Ce dérivé est lévogyre; son pouvoir rotatoire est : $\alpha_D = -31°2'$. Son point de fusion et son point d'ébullition se confondent avec ceux du camphre naturel.

---

(1) M. Bouchardat a trouvé pour le premier produit que j'avais obtenu

$$\alpha_D = -36°.$$

» Il était intéressant de déterminer si l'acide picrique se combine avec les isomères du térébenthène formés sous l'influence de la chaleur ou des acides. Jusqu'à présent, du moins, je n'ai pu constater aucune réaction ni avec l'isotérébenthène ni avec le térébène ou le camphène. Il en est de même du carbure qui a subi l'action de l'acide picrique; après rectification, les parties qui passent à 156°-158°, point d'ébullition du carbure primitif, ne sont plus aptes à se combiner avec cet acide. Après réaction, leur pouvoir rotatoire s'est légèrement élevé : de — 38°15′ il est devenu — 40°20′.

» L'acide picrique se combine aussi avec le thymène. Le produit formé a la même composition et les mêmes propriétés que le précédent. Cela m'a permis d'obtenir le bornéol et le camphre, qui se rattachent au thymène. Ces corps sont lévogyres : leurs pouvoirs rotatoires sont très voisins des pouvoirs rotatoires du bornéol et du camphre préparés avec le picrate de térébenthène; ils ont les mêmes points de fusion et d'ébullition que ces derniers.

» Ces faits montrent que la réaction dont j'ai exposé les premiers résultats en août 1885 est avantageuse pour préparer rapidement et en quantité notable les isomères du bornéol. Plus restreinte dans ses applications que celle qui a été donnée, au mois de janvier, au cours de leurs remarquables travaux, par MM. Bouchardat et Lafon, elle offre cette particularité qu'elle paraît ne se produire qu'avec les carbures non modifiés : dans ce cas, les bornéols obtenus pourraient être considérés comme les dérivés directs des carbures naturels.

» Je me propose de continuer l'étude de ces composés. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur l'histogénèse des éléments contenus dans les gaines ovigères des Insectes.* Note de M. **J. Pérez**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Le développement des gaines ovigères des Insectes montre que le filament qui les surmonte souvent, mais non toujours, n'est qu'une portion atrophiée de la gaine primitivement gorgée de cellules jusqu'à son fond aveugle. Tous les états s'observent : depuis le tube absolument vide de tout élément histologique jusqu'au tube demeurant plein chez les Lépidoptères, qui n'ont point de filament terminal, en passant par la gaine conservant un certain nombre de cellules, avec quelques noyaux interposés.

» Le filament, organe atrophié, reste absolument étranger aux phénomènes ovogéniques, si bien qu'en certains cas une cloison transversale l'en sépare (divers Hémiptères).

» Les éléments décrits par M. Sabatier, dans cette portion de la gaine, ne sont donc ni des ovules ni des épithéliums naissants.

» C'est dans l'ovariule, et dans l'ovariule seul, toujours histologiquement et fonctionnellement identique, soit qu'il occupe le fond de la gaine, ou qu'il en soit plus ou moins éloigné, que se forment les œufs, les cellules épithéliales et les cellules dites nutritives, phénomène spécialement localisé à la base de l'ovariule, et non dans le fond, où les éléments cellulaires arrivent toujours finalement à l'atrophie.

» M. Sabatier invoque l'analogie en faveur de ses interprétations; mais c'est dans des faits observés et interprétés par lui que mon honorable contradicteur la trouve.

» Il faut bien reconnaître que le procédé qu'il admet pour la formation des épithéliums et des cellules nutritives ne ressemble en rien, même de très loin, aux phénomènes si bien connus aujourd'hui, morphologiquement du moins, de la formation des cellules. Peut-on en outre s'empêcher de remarquer le caractère vraiment extraordinaire du rôle attribué à l'ovule, dans les idées de M. Sabatier? Ce n'est pas assez pour l'œuf de fournir, au terme de son évolution, tous les tissus de l'embryon; il faut encore que, peu après sa naissance, il engendre l'épithélium qui le protège et formera sa coque et les cellules qui le nourrissent!

» Pour ce qui est des cellules dites nutritives et de la loi qui, selon moi, en régit le nombre, M. Sabatier en conteste l'exactitude, s'abritant d'abord sous l'autorité de Sir John Lubbock, qui donne deux cellules vitellogènes et non trois au *Panorpa communis,* et invoquant en outre la difficulté de la numération de ces cellules. Je remarquerai d'abord que Brandt, critiquant Lubbock, attribue quatre cellules au *Panorpa;* mais sa figure en montre clairement trois au lieu de deux, représentées par Lubbock, et la figure de Brandt est parfaitement conforme à celles que cet Insecte m'a fournies. Il faut dire que tous les auteurs, jusqu'ici, pour évaluer le nombre des cellules vitellogènes, se sont bornés à l'examen de la gaine telle quelle, ce qui ne peut donner aucun résultat, si ces cellules sont très nombreuses, et laisse dans l'incertitude quand leur nombre est peu élevé.

» La méthode ordinaire des coupes, si précieuse en tant de circonstances, ne peut évidemment servir ici. Voici le procédé que j'emploie. La gaine étant étalée sous une loupe, on en isole, avec de fines aiguilles, un groupe

de cellules vitellogènes, en faisant passer une section à travers l'œuf qui précède, une autre à travers l'œuf qui suit. Une compression ménagée étale ou fait sortir de leur loge les cellules, dont le plus grand nombre est réduit, par la manipulation, à leur énorme noyau ; on colore la préparation et l'on compte. Quand on a reconnu qu'il y a invariablement trois cellules dans un *Panorpa* ou un *Troctes*, toujours sept dans un Lépidoptère et quinze dans un Diptère, opération, je le répète, très facile, la foi vient, et ce n'est plus qu'une affaire de patience d'en trouver trente et une dans un Ichneumon ou une Fourmi, soixante-trois dans une Abeille ou une Guêpe. La préparation n'est pas toujours réussie, surtout quand le nombre des éléments est considérable, plusieurs pouvant être détruits ; la numération peut alors rester au-dessous, mais jamais elle n'est au-dessus du chiffre théorique, cela est important.

» On a jusqu'ici considéré comme dénués de cellules nutritives les œufs en série continue dans la gaine, sans interposition d'autres éléments. M. Sabatier veut, en pareil cas, trouver les cellules nutritives dans l'ovariule, où elles demeurent accumulées et confondues, tandis que les œufs correspondants s'éloignent vers le bas du tube (Coléoptères, etc.). Mais ces cellules n'ont aucun des caractères qui distinguent si nettement les cellules vitellogènes, et elles ne diffèrent en rien d'essentiel des cellules de l'ovariule des espèces pourvues de cellules vitellogènes ordinaires. Cette erreur de détermination en a eu pour conséquence une autre, la prolifération des cellules nutritives, admise par M. Sabatier, phénomène absolument étranger à ces éléments, mais qui s'observe, en effet, dans les cellules de l'ovariule. Celles-ci peuvent de la sorte engendrer des cellules plus petites qu'elles, d'où il suit que les dimensions moindres des épithéliums ovulaires ne sauraient être un argument à l'encontre de l'origine que je leur attribue. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur l'appareil générateur de la Pontobdelle.* Note de M. G. Dutilleul.

« Malgré les recherches de M. Delle Chiaze, de Moquin-Tandon, de M. de Quatrefages, de M. Vaillant et de M. Saint-Loup, l'anatomie de l'appareil générateur de la Pontobdelle n'était jusqu'ici qu'imparfaitement connue. On ignorait en quel point le canal déférent commun se mettait en rapport avec le portion terminale de l'appareil mâle; la configuration de

l'appareil femelle, très simple pour M. de Quatrefages, très complexe pour M. Vaillant, exigeait de nouvelles études. L'examen histologique des différentes parties des deux appareils restait à faire. Des circonstances favorables m'ayant permis de reprendre la question, je me suis efforcé de combler ces lacunes.

» La Pontobdelle étudiée est la *P. muricata* Leach.

» Cette Hirudinée est hermaphrodite. Les appareils mâle et femelle, nettement séparés, s'ouvrent sur la ligne médioventrale : le premier par un pore assez large et entouré d'un bourrelet, entre le second et le troisième anneau du clitellum; le deuxième par une ouverture très petite, entre le quatrième et le cinquième anneau de la même région.

» *Appareil mâle.* — Parfaitement symétrique, il comprend, de chaque côté : six testicules, un canal déférent, une vésicule séminale, un canal efférent et une poche à spermatophores.

» Les testicules sont logés ventralement de chaque côté de la chaîne nerveuse. Ils sont ovoïdes et leur grand axe est dirigé obliquement d'arrière en avant et de dedans en dehors. Du sommet *interne* de chacun d'eux part un court canal déférent, qui, longeant le bord antérieur du testicule, se dirige vers le côté du corps. Les testicules sont histologiquement caractérisés comme tels; on y observe les divers stades de la spermatogénèse.

» Le canal déférent longe le bord externe du vaisseau latéral et reçoit à son côté interne les courts canaux des testicules. La petitesse de son calibre et la résistance des tissus ambiants en rendent l'étude fort difficile. Sa marche est la suivante : *Au delà du sixième testicule, il continue sa marche en avant parallèlement à la vésicule séminale; puis, s'incurvant au niveau de la réunion de la vésicule séminale avec le canal efférent, il descend à travers la spire que décrit la vésicule séminale et vient finalement déboucher à sa base*, c'est-à-dire *à sa partie postérieure.*

» La vésicule séminale est un organe volumineux, contourné en tire-bouchon. Elle est blanche et présente une paroi de muscles circulaires et longitudinaux, avec épithélium à la face interne. Elle renferme de nombreux paquets de spermatozoïdes. Ceux-ci sont filiformes, très longs et à tête peu distincte.

» Cette vésicule se relie antérieurement à un tube musculeux, replié en anse, le canal efférent. Une musculature épaisse en forme la paroi; celle-ci est tapissée intérieurement d'un épithélium glandulaire, plus développé dans la branche descendante. Cette branche se met en rapport avec le milieu de la face *externe* de la poche à spermatophores. Ce dernier organe

comprend, sous une enveloppe musculaire, un système de longues glandes monocellulaires, à contenu dense, rayonnant autour de l'étroite lumière de l'organe, dans laquelle elles débouchent toutes. Le spermatophore, ébauché dans le canal efférent, achève de se constituer dans la poche à spermatophores. Les poches à spermatophores sont ovoïdes et de faible consistance; très rapprochées sur la ligne médioventrale, elles émettent à ce niveau chacune un court canal; ces deux canaux se réunissent bientôt en un seul, qui débouche à l'ouverture mâle. Ce canal unique est tapissé d'un épithélium analogue à celui qui constitue l'épiderme. Sa structure indique son origine : c'est une simple invagination de l'exoderme.

» *Appareil femelle.* — Il comprend de chaque côté trois parties : l'ovaire, l'oviducte et la glande accessoire.

» L'ovaire est un organe tubuleux, à paroi musculaire très mince; les cellules qui tapissent la face interne donnent naissance à deux ordres d'éléments, les œufs et les cellules destinées à les nourrir. Les œufs sont volumineux, ils ont une membrane vitelline souvent entourée d'une enveloppe hérissée de saillies, un vitellus abondant et opaque, un gros noyau clair et un petit nucléole. Les cellules nutritives détachées, comme les œufs, de la paroi ovarienne ont, sous une enveloppe mince, un contenu granuleux, que la rupture de la paroi met en liberté dans la cavité de l'ovaire.

» Le calibre de l'ovaire diminue insensiblement en avant, et ainsi se constitue l'oviducte. Les deux oviductes s'incurvent bientôt pour se réunir ventralement en un seul canal, qui débouche à l'ouverture femelle.

» Avant de se fusionner avec son symétrique, chaque oviducte traverse la portion supérieure et antérieure de la glande accessoire de son côté. Chacune de celles-ci émet, par sa région interne, deux ou trois canaux, qui viennent s'ouvrir dans le canal unique résultant de la fusion des oviductes.

» La glande accessoire est formée d'un amas de glandules monocellulaires, logées dans les mailles d'un réseau musculo-conjonctif. Chaque glandule possède un volumineux noyau.

» Telle est, brièvement résumée, la structure de l'appareil générateur de la Pontobdelle. L'ensemble de l'appareil et la disposition du canal déférent, qui correspond à la disposition signalée par M. de Quatrefages chez le *Branchellio*, montrent une fois de plus la parenté des deux genres. La présence de glandes accessoires à l'appareil femelle, chez la *Pontobdella*, indique une différenciation plus élevée chez ce type; peut-être sont-elles

représentées, mais à l'état rudimentaire, chez le *Branchellio?* Des recherches que j'ai entreprises dans ce sens me font espérer qu'il me sera bientôt possible de trancher la question. »

BOTANIQUE FOSSILE. — *Contribution à l'étude des Palmiers miocènes de la Bretagne*. Note de M. **Louis Crié**, présentée par M. Chatin.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie le résultat de mes premières études sur les Palmiers miocènes de la Bretagne. Parmi les fragments de pétioles et de feuilles de Palmiers que je viens de recueillir dans les argiles de Brûlais (Ille-et-Vilaine), deux empreintes, quoique tronquées dans leur partie moyenne, montrent très nettement le point de jonction du limbe et du pétiole. Après avoir enlevé la légère couche de résidu charbonneux dont l'empreinte et la contre-empreinte étaient recouvertes, j'ai pu observer l'insertion véritable des rayons sur le rachis. Vers ce point, la fronde, très comprimée, mesure en largeur à peu près 12^{mm}. Cette partie importante de l'organe fossile me permet de rapporter cette feuille aux *Flabellaria*, et non aux *Sabalites* ou Palmiers à pétiole prolongé au sommet et jusque dans l'intérieur du limbe. Le *Flabellaria* des Brûlais, que je considère comme une espèce nouvelle, pour laquelle je propose le nom de *Flabellaria Armorica*, dénote un type bien différent, par ses petites dimensions, des formes à larges rayons, comme les *Flabellaria costata* Saporta des gypses d'Aix et *Flabellaria Ruminiana* Heer du miocène suisse. Il s'éloigne également de nos *Flabellaria Milletiana*, *Saportana* et *Sargeensis*, qui ont habité l'ouest de la France à l'époque éocène ([1]). Mais il existe une évidente affinité entre la fronde du *Flabellaria Armorica* Crié et celle du *Flabellaria Gargasensis* Sap., que M. G. de Saporta a découverte dans les gypses de Gargas (Vaucluse) ([2]). Chez ces deux espèces, les rayons s'insèrent uniformément sur un rachis que termine une ligne faiblement anguleuse. Ce caractère semble distinguer les *Flabellaria Armorica* Crié et *Gargasensis* Saporta du *Flabellaria Lamanonis* Brongn. des gypses d'Aix. Cependant j'incline à croire que ces trois espèces ont appartenu jadis à un

---

([1]) Voir L. Crié, *Contribution à l'étude des Palmiers éocènes de l'ouest de la France* (*Comptes rendus*, janvier 1886).

([2]) Voir G. de Saporta, *Annales des Sciences naturelles* (*Botanique*), 4e série, t. XIX; Paris, 1863.

même groupe. Les couches miocènes des Brûlais, qui ont été si bien décrites par M. G. Vasseur, dans son travail sur les *Terrains tertiaires de la France occidentale*, m'ont offert, outre des empreintes de *Flabellaria*, une riche série de feuilles et de fruits que j'étudie en ce moment. Sur le bord des lagunes où pullulaient les *Potamides Lamarcki* et *Chara medicaginula*, croissaient, aux environs de Maure (Ille-et-Vilaine), des végétaux à feuilles étroites et coriaces, dont les argiles stratifiées des Brûlais renferment les restes.

» Nous savons déjà que la Bretagne miocène possédait des *Flabellaria*, des *Pteris*, des *Ulmus*, des *Jalix*, des *Vaccinium*, des Myrtacées, des Légumineuses, des *Myricophyllum*, des Dryandroïdes, etc.

» J'insisterai bientôt sur les rapports de cette végétation avec celle des anciennes localités miocènes du Sud-Est de la France. »

GÉOLOGIE. — *Sur la répartition des renversements de terrains dans la région du Jura comprise entre Genève et Poligny.* Note de M. l'abbé **Bourgeat**, présentée par M. Daubrée.

« Au mois de décembre 1882, j'eus l'honneur d'adresser à l'Académie un résumé succinct des observations que j'avais faites sur l'orographie de la région du Jura comprise entre Genève et Poligny.

» Parmi les particularités que je signalai dans cette partie de la chaîne, l'une de celles qui m'avaient le plus intéressé était l'existence d'un assez grand nombre de renversements en forme de *V* penchés vers l'ouest, qui avaient échappé aux géologues jurassiens ou qui leur avaient fait croire à des failles. Leur constatation présentait à mes yeux le double avantage de ramener à des appréciations plus exactes sur l'épaisseur des formations qui s'y trouvent enclavées, et de donner un nouvel appui à la théorie suivant laquelle le relief actuel du Jura serait le résultat d'une impulsion latérale venue du côté du massif alpin.

» Je désire maintenant exposer succinctement la distribution qu'ils m'ont paru présenter, tant dans un sens perpendiculaire à la chaîne que suivant sa direction.

» Dans le premier sens, c'est-à-dire du nord-ouest au sud-est, ils ne s'accusent guère que lorsqu'on quitte la zone basse des failles pour passer à celle des soulèvements en voûte ou des hauts sommets. Mais, à partir de là, on en peut compter sept, dont voici la succession :

» 1° Renversement de la coupure d'Entre-Porte;
» 2° Renversement du Pont-de-la-Chaux;
» 3° Renversement du revers occidental du mont Noir ou de l'Abbaye;
» 4° Renversement de Pontoux et de Viry;
» 5° Renversement de Cinquétral et du mont Bayard;
» 6° Renversement de Montépile;
» 7° Renversement de la chaîne du Colombier.

» Les deux premiers appartiennent à la limite des failles et des soulèvements en voûte, les cinq autres à la zone des soulèvements.

» Dans la direction de la chaîne, ces renversements se développent ainsi qu'il suit :

» Les deux premiers s'accusent déjà au nord-est de la cluse de la Laime, celui d'Entre-Porte, vers les Nancs, celui du Pont-de-la-Chaux, vers Chalêmes, comprenant dans leur intervalle la partie méridionale du bassin néocomien de Nozeroy. Peu à peu ils convergent vers le sud et se soudent, près d'Ilay, en un seul renversement qui se poursuit, par Saint-Maurice et Etival, vers les Crozets où il paraît cesser. Ces deux renversements sont les seuls qui soient manifestement convergents. Les autres restent parallèles dans leur ensemble, bien que, çà et là, des étoilements s'étendent de l'un à l'autre.

» Le troisième renversement commence encore un peu au nord-est de la cluse de la Laime, et se montre bien nettement au lac de l'Abbaye, à Chaux-des-Prés, à la Landoz, au Rivon et à Leschères, à partir d'où le bombement reprend une inclinaison plus régulière vers Rognat, tandis qu'un rameau s'en détache pour gagner par Cuttura le renversement de Pontoux.

» Le quatrième renversement s'annonce, un peu au sud de la prolongation de la cluse de la Laime, dans les abrupts de la vallée de la Bienne, qui sont en regard de Lézat. Il se continue ensuite par Grand-Essart, Pontoux et Viry, vers Oyonnax, où il semble disparaître.

» Le cinquième naît au voisinage de Cinquétral, dans le flanc occidental d'un petit soulèvement parasite au grand soulèvement de la forêt du Fresnois. Il se poursuit par le mont Bayard et le mont Chabot, puis disparaît. Mais on le retrouve ensuite au sud-ouest de Bonchoux, où il se continue par Desertin et Belleydoux, attaché au revers occidental du soulèvement du Fresnois prolongé. Il paraît définitivement mourir près d'Échallon.

» Le sixième n'est que faiblement dessiné dans la combe du Lac; mais il devient très visible à Montépile et se poursuit par les Moussières et la Pesse jusqu'à Trébillet, dans la cluse de la Semine.

» Le septième, enfin, devient visible un peu au nord-est du Colombier de Gex; après quoi, il se prolonge par intermittences jusqu'à la perte du Rhône.

» Il résulte de ces faits :

» 1° Que si l'on s'avance de la vallée de l'Ain vers la Suisse, on voit tous ces renversements se disposer comme par gradins horizontaux, en retrait l'un derrière l'autre vers le sud-ouest;

» 2° Que les deux lignes qui en encadrent les extrémités ne leur sont pas normales;

» Mais, si l'on prolonge ces lignes vers le nord-ouest, on voit qu'elles comprennent dans leur intervalle le massif granitique de la Serre et le grand lambeau de trias des environs de Poligny.

» Le massif de la Serre aurait-il joué un rôle dans la production de ces renversements en formant obstacle à l'impulsion latérale venue du côté du massif alpin? C'est une question que je ne saurais résoudre, mais qui me semble digne d'examen. »

M. Thoulet adresse une Note sur une méthode d'analyse immédiate des roches, à l'aide de leurs propriétés physiques.

Les propriétés physiques dont l'auteur propose de faire usage sont le poids, la chaleur spécifique, la densité et le coefficient de dilatation cubique (variation de densité avec la température), ces deux dernières quantités étant faciles à déterminer avec précision, même sur les échantillons très petits, au moyen de la liqueur d'iodures dont il a déjà recommandé l'emploi.

Après avoir fait un examen qualitatif de la roche, à la loupe ou au microscope, sur une lame mince, et après avoir constaté que la roche ne contient que quatre éléments au plus, on effectuera, sur ses propriétés physiques, autant de déterminations qu'on aura reconnu d'éléments. On aura ainsi autant d'équations, contenant comme inconnues les proportions des éléments eux-mêmes.

M. A. Gazan appelle de nouveau l'attention de l'Académie sur sa théorie du Soleil, théorie qu'il a publiée.

M. Daubrée présente à l'Académie « le Turkestan, description orographique et géologique, par M. *Mouchketoff* (Saint-Pétersbourg 1886). »

« Pour faire le complément de la Carte du Turkestan russe, au $\frac{1}{1250000}$,

qui a été présentée à l'Académie, le 8 février dernier, les deux auteurs se sont mis à l'œuvre, afin d'en publier le texte explicatif.

» Les résultats des recherches paléontologiques de M. Romanowsky sont en voie de publication.

» Des trois Volumes écrits par M. Mouchketoff, le premier vient de paraître. Il contient : 1° un aperçu historique de tous les voyages exécutés dans le Turkestan, depuis l'antiquité la plus reculée jusqu'en 1884 (34 pages); 2° la description géologique des steppes aralo-caspiennes (430 pages). Ce Volume est accompagné d'une petite carte géologique du Turkestan, avec des gravures dans le texte relatives à la constitution des steppes. »

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Géométrie, par l'organe de son doyen, M. Hermite, présente la liste suivante de candidats à la place devenue vacante par le décès de M. *Bouquet* :

En première ligne.	M. Halphen.
En seconde ligne (ex æquo) *et par ordre alphabétique*. . . .	M. Appell. M. Picard. M. Poincaré.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures un quart.

J. B.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 15 MARS 1886.

PRÉSIDENCE DE M. JURIEN DE LA GRAVIÈRE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉTROLOGIE. — *Sur l'authenticité de la toise du Pérou;* par M. C. WOLF.

« Lorsque j'ai publié, en 1882, d'abord dans les *Annales de Chimie et de Physique*, puis dans les *Annales de l'Observatoire*, mes recherches sur nos étalons de mesure, je croyais avoir démontré, d'une manière irréfutable, l'authenticité et la parfaite conservation des deux toises qui sont déposées à l'Observatoire sous les noms de *toise du Pérou* et de *toise du Nord*. La première est celle qui a servi à Godin, Bouguer et La Condamine et aux officiers espagnols don J. Juan et don Antonio de Ulloa, pour la mesure d'un arc de méridien au Pérou; la seconde, fabriquée par le même artiste Langlois et étalonnée comme la première sur la toise du Châtelet, a été emportée par Maupertuis et ses compagnons dans l'expédition de Laponie. C'est la première qui a servi à étalonner les règles de Borda; et le mètre légal est défini comme une fraction déterminée de la longueur de cette toise prise à 13° Réaumur. Cette toise du Pérou est donc le lien qui unit les anciennes opérations géodésiques aux plus récentes; c'est de cette toise

que dérive le mètre : à ces deux points de vue, elle est, pour la France et pour tous les savants, une pièce d'une incontestable et très haute importance, et je m'estimais heureux d'avoir pu écarter les accusations qui avaient été élevées à plusieurs reprises, et surtout en Allemagne, contre l'authenticité et la bonne conservation de la règle de fer de l'Observatoire.

» Malheureusement, je n'ai pas convaincu tout le monde. Dans un récent Mémoire, publié à Berlin sous le titre de *Contribution à l'histoire et à la critique des étalons de la toise* (¹), M. C.-F.-W. Peters s'est fait l'écho des doutes que l'on conserve encore en Allemagne sur l'authenticité de notre toise dite du Pérou. Je crois donc utile de reprendre la démonstration que j'en ai donnée, en la complétant par un document qui suffira, je l'espère, à lever les dernières difficultés qui peuvent encore obscurcir l'histoire de notre étalon fondamental de mesure.

» M. Peters fait connaître, dès les premières lignes de son Mémoire, le but qu'il poursuit :

« La plupart des toises, dit-il, qui ont été comparées directement à l'étalon du Châtelet ont été perdues au siècle dernier ; l'une d'entre elles, la toise du Pérou, existe peut-être encore et possède une importance toute spéciale, parce que le mètre représente une fraction déterminée de sa longueur.... Mais la longueur originale de la toise du Pérou est douteuse ; plusieurs copies qui en ont été faites, qui lui ont été comparées directement et sont accompagnées de certificats de comparaison, montrent les unes avec les autres, comme Bessel l'a fait voir, des différences plus grandes que celles qu'elles devraient offrir d'après leurs comparaisons à la toise du Pérou ; si bien que la conclusion est très généralement admise aujourd'hui que l'on doit reconnaître comme étalon fondamental une de ces copies, savoir la toise de Bessel, et que c'est celle-ci qu'il faut prendre comme longueur unité, toutes les fois qu'il y a à faire un usage précis du système des anciennes mesures françaises (p. 3). »

» Après cette déclaration, je n'ai pas besoin d'insister sur l'importance de la question soulevée à nouveau par l'auteur allemand.

» M. Peters résume ensuite en quelques pages l'histoire de nos toises françaises, qu'il reconstruit en reproduisant fidèlement toutes les citations que j'ai extraites de nos anciens auteurs : je ne puis être que très flatté de l'hommage muet ainsi rendu à l'exactitude de mon travail (¹).

(¹) *Zur Geschichte und Kritik der Toisen-Maasstäbe.* Ein Beitrag zur definitiven Einordnung der auf das altfranzösische System begründeten Messungen in das metrische System, von C.-F.-W. Peters; Berlin, 1885.

(¹) Je dois remercier M. Peters d'avoir rectifié une erreur que j'ai commise, en attribuant à Bouguer une citation de La Condamine, tout en indiquant exactement la page des *Mémoires de l'Académie* d'où elle est extraite.

» Mais j'ai hâte d'arriver aux conclusions relatives à la toise du Pérou.

» A deux reprises, en 1854 et en 1870, des Commissions officielles, chargées de l'inventaire de l'Observatoire, ont constaté l'existence d'une règle de fer poli qui leur était présentée comme la toise du Pérou.

« On ne peut contester, dit M. Peters, que la toise de 1870 ne soit bien celle qui a été regardée en 1854 comme la toise du Pérou. Mais, par contre, il reste une question très importante à trancher, celle de savoir si la règle appelée *toise du Pérou* est indubitablement identique à l'original ou s'*il n'y a pas lieu de croire qu'elle n'est qu'une des nombreuses copies qui en ont été faites* (p. 11). »

» Les deux objections apportées à l'authenticité de notre toise sont celles-ci :

» 1° L'épaisseur de la règle dite toise du Pérou n'est pas celle que lui assigne La Condamine ou les Commissaires du mètre.

» 2° La longueur des talons de la règle diffère de celle que donnent les mêmes auteurs.

« Il suit de là, dit M. Peters, que la toise du Pérou ne présente aucun caractère auquel son identité puisse être reconnue avec précision. Si l'on tient compte en outre des bruits qui ont souvent couru de mauvais traitements subis par cette toise, bruits exagérés sans doute, mais qui ne peuvent être absolument sans fondement, il devient bien difficile d'admettre que la règle désignée aujourd'hui par le nom de *toise du Pérou* soit de même longueur que celle qui a servi au siècle dernier aux opérations géodésiques du Pérou et de France. Il paraît donc préférable de déduire la longueur primitive de la toise du Pérou de celle des bonnes copies qui en ont été faites autrefois et qui ont été comparées avec l'original (p. 11). »

» La thèse soutenue par M. Peters peut donc se résumer comme il suit :

» 1° La toise du Pérou existait à Paris aux époques des comparaisons qui en ont été faites avec les diverses copies et particulièrement avec la toise de Bessel en 1823. Cependant, déjà à cette époque, cette toise semble avoir subi des altérations; car les copies faites successivement en 1813, 1819, 1821, 1823 et 1831, ne présentent pas actuellement les différences de longueur qu'elles devraient offrir d'après les certificats de comparaison.

» 2° La règle actuellement conservée à l'Observatoire est bien celle qui s'y trouvait en 1854; mais elle ne semble pas être la toise originale du Pérou : c'est plutôt une des nombreuses copies qui en ont été faites.

» En d'autres termes, cela veut dire que, entre 1831, date de la dernière comparaison avec une toise allemande, et 1854, les Membres du Bureau des Longitudes à qui était confiée la garde de la toise du Pérou, et parmi eux

Arago, Biot, Bouvard, Mathieu, qui la connaissaient bien pour s'en être servi à toutes les comparaisons antérieures, l'ont laissé perdre et lui ont sciemment substitué ou laissé substituer une autre règle à peu près de même forme. M. Peters s'est-il bien rendu compte de la gravité de ses paroles, lorsque, sous des circonlocutions moins brutales sans doute, mais dont le sens est le même, il a chargé la mémoire de ces illustres savants d'une pareille forfaiture?

» Mais est-il vrai que notre toise du Pérou ne porte aucun signe caractéristique auquel son identité puisse être reconnue? Est-il vrai qu'elle ait des dimensions différentes de celles que lui assignent les savants qui s'en sont le plus servi? Est-il vrai que, des différences trouvées entre les longueurs des copies qui en ont été faites à diverses époques, on doive conclure que sa longueur s'est progressivement altérée? C'est ce que je vais examiner.

» Le signe caractéristique de la toise du Pérou, celui qu'aucune autre toise connue ne présente, est donné par le Mémoire des Commissaires de l'Académie chargés de vérifier la base de Picard :

» La toise du Pérou, marquée par deux points assez gros, etc. (1).

» Lalande dit aussi :

» Il y a sur l'excédent de cette toise deux points dont on s'est toujours servi pour les opérations de l'équateur, mais ils sont à la même distance que les entailles (2). »

» La toise du Pérou n'était pas à l'origine une règle à bouts; sa vraie longueur était la distance des deux points, que l'on prenait pour toutes les comparaisons et mesures, avec un compas à verge. C'est ainsi qu'ont procédé les Astronomes dans les opérations du Pérou et les Académiciens dans les premières comparaisons des toises : ce fait est pour nous de la plus haute importance, et j'appelle sur lui toute l'attention de l'Académie. Plus tard s'introduisit l'usage de prendre pour termes de la longueur les faces des entailles. C'est qu'en effet la toise du Pérou était la seule qui présentât cette particularité des deux points. Ils n'existent pas sur la toise du Nord, dont l'authenticité est reconnue par M. Peters lui-même. Aucune des autres toises, de Cassini, de La Caille, de de Mairan, ne portait de

(1) Opérations faites par ordre de l'Académie pour mesurer l'intervalle entre les centres des pyramides de Villejuif et de Juvisy, etc., par MM. Bouguer, Camus, Cassini de Thury et Pingré, p. 178.

(2) *Astronomie* de Lalande, Livre XV, p. 10.

points, elles étaient des règles à bouts. De même toutes les copies qui ont été faites plus tard : les deux toises de Lenoir employées par la Commission du Mètre, la toise de Bessel, les toises de Schumacher, celle de Dorpat, celle de Lenoir qui est aux États-Unis.

» Notre règle porte ces deux gros points, et c'est là, je le répète, un fait d'une importance capitale. Ce qui intéresse la Géodésie, c'est d'avoir la longueur exacte de la toise qui a servi à mesurer les bases de Yarouqui et de Tarqui, au Pérou. Cette longueur est la distance des deux points marqués sur la toise du Pérou; ce n'est pas la distance des faces des entailles de la règle, longueur dont l'égalité à la première nous est simplement affirmée par Lalande et les Commissaires de la base de Picard, mais n'a jamais été vérifiée. Ces faces pourraient avoir été rouillées et nettoyées, ce qui n'est pas, il nous importerait peu; la rouille n'a pas changé la distance des deux gros points. Mais les copies qui ont été faites de la toise du Pérou, la toise de Bessel par exemple, ont été étalonnées d'après la distance de ces faces. On est donc en droit de dire qu'elles ne représentent pas la longueur de la toise employée par les Académiciens dans les opérations de l'équateur. Et retournant la phrase de M. Peters, je dirai que, *dans toutes les opérations où l'on veut comparer avec précision les mesures récentes avec l'ancien système des mesures françaises, c'est la distance des deux points de notre règle qu'il faut adopter comme unité de longueur.*

» En second lieu, l'existence des talons me paraît être encore un caractère spécial aux deux toises du Pérou et du Nord. Aucune des autres toises de l'époque n'a cette forme; de Mairan le dit expressément de la sienne, la seule qui ne fût pas perdue avant 1804, la seule qui aurait pu arriver à l'Observatoire. Et quant aux nombreux étalons qui furent construits par Canivet et envoyés aux diverses villes de France, en exécution de la Déclaration du Roi du 16 mai 1766, nous en connaissons la forme depuis que j'en ai retrouvé un exemplaire à l'Arsenal de Cherbourg. Ce sont de simples règles à bouts sans talons. A quelles règles fait donc allusion M. Peters lorsqu'il dit que notre prétendue toise du Pérou semble n'être qu'une des nombreuses copies qui ont été faites de l'original? Cette accusation aurait besoin de reposer sur des documents plus précis.

» Mais l'épaisseur de notre règle est moindre que celle que La Condamine et les Commissaires du mètre lui assignent; c'est là le principal argument de M. Peters, celui sur lequel il insiste le plus longuement.

» D'après La Condamine, la toise du Pérou est toute pareille à celle du Nord : c'est une règle de fer poli de 17 lignes de largeur sur $4\frac{1}{2}$ d'épaisseur.

» Les Commissaires du mètre disent que les deux toises sont pareilles entre elles; ce sont des règles plates de fer poli dont la largeur totale est de 17 à 18 lignes et l'épaisseur de 4 lignes environ. Or j'ai trouvé :

Pour la toise du Pérou : largeur $17^{\text{lignes}},8$, épaisseur $3^{\text{lignes}},4$.
» Nord : » $16^{\text{lignes}},7$, » $4^{\text{lignes}},6$.

» Ainsi l'épaisseur de la toise du Pérou est plus faible de $0^{\text{ligne}},6$ que celle qu'indiquent les Commissaires du mètre; mais l'épaisseur de celle du Nord est trop forte, juste de la même quantité $0^{\text{ligne}},6$. Pourquoi donc l'argument tiré de la différence des épaisseurs est-il valable aux yeux de M. Peters contre l'authenticité de la toise du Pérou, et ne l'est-il pas pour celle du Nord, dont M. Peters admet que nous possédons l'original?

» Quant à La Condamine, il donne en 1748 pour dimensions de la toise du Pérou exactement celles de la toise du Nord, 17 lignes sur $4\frac{1}{2}$. J'en ai dit autrefois le motif : depuis son arrivée au Pérou en 1736, c'est-à-dire depuis près de douze ans, La Condamine n'avait pas eu entre les mains la toise que Godin et les officiers espagnols conservaient par devers eux, et qu'il ne retrouva qu'en 1752 au Jardin du Roi. Il croyait les deux toises pareilles, et, décrivant l'une de mémoire, il lui donne les dimensions de l'autre qu'il a sous les yeux.

» Mais je puis aujourd'hui apporter à l'Académie la valeur exacte de l'épaisseur de la toise du Pérou. Elle est donnée par don J. Juan dans ses *Observaciones astronomicas y phisicas hechas de orden de S. Mag. en los reynos del Perù*, Madrid, 1748, Ouvrage que je n'ai eu que récemment entre les mains. Don Juan, qui fut le collaborateur assidu de Godin dans toutes ses opérations, et eut constamment la libre disposition de la toise, fit en 1740 avec l'Académicien français des expériences sur la dilatation des métaux par la chaleur, et il donne à la page 89 de son Ouvrage la liste des règles dont ils firent usage. C'est en premier lieu :

« La Toësa de hierro pulido, de 18 lineas de ancho y 3 $\frac{1}{2}$ de gruesso, la qual nos sirviò de medida fundamental para la de la meridiana. »

« La Toise de fer poli, de 18 lignes de largeur et 3 $\frac{1}{2}$ lignes d'épaisseur, laquelle nous a servi de mesure fondamentale pour celle de la méridienne ([1]). »

» Ainsi l'épaisseur de la toise du Pérou était exactement celle que je

---

([1]) Les valeurs sont données en chiffres; le texte porte : 8 lineas de ancho. Il y a là une faute d'impression évidente, dont M. Peters ne voudra pas, je l'espère, tirer argument contre moi; car il n'existe pas de doute sur la largeur de nos toises.

trouve aujourd'hui à la règle de fer que nous conservons sous ce nom à l'Observatoire.

» Dès lors, il me semble inutile de reprendre la discussion que j'ai faite autrefois de la longueur des talons de cette toise, longueur sur laquelle se manifestent, dans les relations de La Condamine et des Commissaires du mètre, des divergences toutes semblables à celles que nous avons trouvées touchant l'épaisseur. Les talons de notre règle sont semblables à ceux de la toise du Nord, et conformes aux longueurs données par de Mairan, et par les dessins qui accompagnent le Rapport manuscrit des Commissaires de l'an VII, et le Rapport de Borda et Brisson sur le mètre provisoire.

» Après avoir levé les derniers doutes qui pouvaient rester sur l'identité de notre toise avec la toise originale du Pérou, il me reste peu de chose à dire du dernier argument de M. Peters, les différences que les comparaisons actuelles des copies de la toise du Pérou accusent entre leurs longueurs relatives et celles qui résultent des certificats de comparaison. Cette question d'ailleurs perd beaucoup de son importance après la remarque que j'ai faite plus haut sur la véritable longueur de la toise.

» D'après les certificats :

» Toise de Bessel (Fortin 1823) = Toise du Pérou — $0^L,0008$ (Arago et Zahrtmann).
» Toise de Schumacher (Fortin 1821) = Toise du Pérou exactement (Arago).
» Toise de Schumacher (Gambey 1831) = Toise du Pérou + $0^L,00021$ (Arago, Mathieu, Nyegaard).

» Il s'ensuivrait entre ces toises les différences :

» Toise de Schumacher-Fortin — Toise de Bessel = + $0^L,0008$.
» Toise de Schumacher-Gambey — Toise de Bessel = + 0,00101.
» Toise de Schumacher-Gambey — Toise de Schumacher-Fortin = + 0,00021.
» Au lieu desquelles Bessel a trouvé en 1835 les nombres + $0^L,00333$, — $0^L,00390$ et — $0^L,00730$.

» La plus grande divergence de ces comparaisons s'élève à $0^L,0075$, moins d'un centième de ligne. Peut-on affirmer la réalité de cette différence?

» Les comparaisons de Bessel ont été faites avec un appareil dont les butoirs avaient une forme très différente de celle des butoirs des comparateurs de Fortin ou de Lenoir employés à Paris pour l'étalonnage des toises. Ceux-ci sont des pièces plates en forme de hache terminées par des surfaces cylindriques à axe vertical. Les butoirs de Bessel se terminaient par des segments de sphère de $8^L,5$ de rayon, touchant la toise exacte-

ment en son milieu. Ce changement de forme suffirait déjà à expliquer une part des divergences, les faces terminales des toises n'étant pas mathématiquement planes.

» En second lieu, les points des surfaces où s'appliquaient les butoirs étaient-ils les mêmes dans les deux ordres de comparaison? Les certificats ne spécifient rien à ce sujet.

» Enfin et surtout, les points des surfaces terminales de la toise du Pérou auxquels ont été établis les contacts en 1821, 1823 et 1831, ont-ils été rigoureusement les mêmes dans les trois expériences? J'ai fait voir qu'entre des points de ces surfaces situés les uns à $2^{mm},5$, les autres à 10^{mm} du fond des entailles, la différence de longueur de la toise du Pérou atteint $0^{mm},007$ ou 3 millièmes de ligne. Il me paraît impossible d'exiger de comparaisons faites dans des conditions aussi disparates, avec des instruments de sensibilité très inégale, qu'elles s'accordent à quelques millièmes de ligne.

» Il y a même, à mon sens, une recherche de précision tout à fait illusoire et contraire au véritable esprit scientifique, à vouloir déterminer la longueur de la toise avec une approximation supérieure à celle qui a pu être obtenue dans les mesures primitives où cette toise a été employée. Or nous voyons les Commissaires de l'Académie déclarer en 1745 qu'un vingtième de ligne est une quantité dont il est bien difficile de répondre dans la comparaison des toises à l'aide d'un compas à verge. Borda, dans la série des admirables expériences sur ses règles et sur la toise, n'a jamais prétendu dépasser le $\frac{1}{120}$ de ligne. N'imitons pas les savants de la deuxième Commission du mètre qui voulurent porter à $\frac{1}{500}$ de millimètre la précision de mesures fondées sur celles de Borda, et ne demandons pas la longueur de la toise à un degré d'approximation qui n'a pu être atteint ni dans sa construction ni dans son emploi. »

Sur la demande de M. Wolf, la question sera soumise à l'examen d'une Commission prise dans l'Académie : cette Commission se composera de MM. Faye, Mouchez, Janssen, F. Perrier, Wolf.

BOTANIQUE. — *Ordre d'apparition des premiers vaisseaux dans les feuilles de Crucifères. Formation mixte, morphogénie* (4e partie); par M. **A. Trécul.**

« Les feuilles de toutes les plantes dont je vais parler appartiennent à l'un des deux types de *formation mixte* que j'ai décrits en 1853 (*Annales des Sciences naturelles*, 3e série, t. XX, p. 277), à celui dans lequel les lobes ou les dents de la partie inférieure de la feuille se forment de haut en bas, tandis que les lobes ou les dents de la partie supérieure naissent de bas en haut. Il y a donc sur chaque côté d'une de ces feuilles une série *basipète* (inférieure) et une série *basifuge* (supérieure). C'est toujours la série basipète qui se manifeste la première; elle a souvent déjà plusieurs de ses dents ou de ses lobes apparus (de 4 à 8) avant que la série basifuge commence à être accusée (*Brassica ol. acephala laciniata*, *Brassica ol. capitata*, etc.); mais souvent aussi la série basipète n'a encore qu'une ou deux dents, quand la série basifuge fait son apparition par la naissance d'une dent au-dessus de la première latérale formée (*Crambe cordifolia, juncea, maritima, Raphanus niger, sativus, Brassica* divers, etc.). Quoi qu'il en soit de l'âge relatif des deux séries, on peut dire que, si la première dent produite de chaque côté de la feuille est le *faîte* de la série basipète, elle est aussi la base de la série basifuge, à laquelle elle appartient par les vaisseaux.

» De beaux exemples de séries basipètes, ayant quatre à cinq lobes avant la première manifestation des séries basifuges, sont donnés par des Choux rouges et des verts à feuilles laciniées. Deux jeunes feuilles ont présenté les mesures suivantes :

I. — *Chou vert lacinié.*

	mm
Feuille haute de	0,88
Lobe terminal	0,27
Premier lobe de la série basipète d'un côté	0,11
Deuxième lobe id.	0,08
Troisième lobe id.	0,05
Quatrième lobe id.	0,01

II. — *Chou rouge lacinié.*

	mm
Feuille haute de	0,95
Lobe terminal	0,35
Premier lobe de la série basipète d'un côté	0,20
Deuxième lobe id.	0,17
Troisième lobe id.	0,13
Quatrième lobe id.	0,07

» III. Une autre feuille du même Chou lacinié rouge, haute de 3^{mm}, a donné les mesures qui suivent :

		mm
Lobe terminal		0,50
Série basifuge.	Quatrième lobe	0,04
	Troisième lobe	0,18
	Deuxième lobe	0,22
	Premier lobe	0,24
Série basipète.	Deuxième lobe	0,36
	Troisième lobe	0,31
	Quatrième lobe	0,29
	Cinquième lobe	0,22
	Sixième lobe	0,09

» La série basipète et la série basifuge sont accusées dans cette troisième feuille, et tous les lobes, excepté le supérieur et l'inférieur, commencent déjà à se ramifier; mais ceux de la région moyenne croissant plus vite et davantage que ceux qui sont plus rapprochés des extrémités, selon la règle dans ces plantes, les lobes de $0^{mm},36$; $0^{mm},31$; $0^{mm},29$ dépassent tous les autres, même le lobe de $0^{mm},24$, qui pourtant est le premier né.

» De jeunes feuilles de *Brassica ol. capitata* (Ch. cabus) ont donné des séries basipètes de cinq à huit dents décroissant de haut en bas, avant qu'aucune dent accusant le début de la série basifuge correspondante ne soit apparue. Les Choux cœur-de-bœuf, de Milan, de Bruxelles, cavalier rouge (caulet de Flandre) peuvent aussi donner de belles séries basipètes simples; mais des dents secondaires apparaissent d'ordinaire de très bonne heure, de haut en bas de la même série, *sur le côté inférieur* des dents primaires. Assez souvent aussi chaque première dent secondaire est exactement interposée à deux dents primaires; alors une dent tertiaire peut apparaître de chaque côté de cette dent secondaire sur la base de chaque dent primaire adjacente. Il est néanmoins à noter que le plus ordinairement la production des dents secondaires *au côté supérieur des primaires* est plus tardive *qu'au côté inférieur*, où elles sont aussi plus nombreuses.

» Les feuilles achevées du Chou cavalier rouge présentent de chaque côté du rachis deux ou trois lobes au-dessous de la lame principale. Les très jeunes feuilles n'ont d'abord de chaque côté qu'une série basipète de dents primaires. Une feuille haute de $0^{mm},40$ n'avait encore que deux dents basipètes sur le côté visible. Une feuille de $1^{mm},40$ de hauteur en avait huit décroissant de haut en bas; les inférieures n'étaient représentées

que par des ondulations de plus en plus faibles. Dans une feuille haute de $1^{mm},65$, cinq dents primaires basipètes étaient ébauchées sur l'un des côtés; au-dessus de cette série, la première dent dénotant la série basifuge correspondante apparaissait au-dessous de la dent terminale de la feuille, et une dent secondaire naissait dans chaque intervalle des trois dents primaires d'en haut. Je n'ai vu les lobes inférieurs nettement accusés au-dessous de la lame que dans des feuilles de $1^{mm},90$ à $2^{mm},50$. Dans des feuilles de 3^{mm} à 6^{mm}, trois ou quatre dents secondaires et tertiaires existent déjà sur le côté inférieur de quelques dents primaires, quand leur côté supérieur n'en a souvent pas encore ou n'en a qu'une. Les dents primaires inférieures de la lame proprement dite sont à cet âge, comme dans quantité d'autres plantes citées dans ce travail, ordinairement beaucoup plus grandes que les dents supérieures, et, en se développant, elles donnent un plus grand nombre de dents secondaires, tertiaires, etc. Les lobes d'en bas sont quelquefois dès le début nettement distincts des dents primaires inférieures de la lame; mais souvent ils n'apparaissent que comme de ces dents inférieures plus profondément séparées latéralement de la lame générale.

» Dans les bractéoles du Chou-rave (*Brassica ol. caulorapa*), qui sont longues et étroites (var. verte), l'apparition des premières dents est manifestement basipète, et dans des bractées plus développées (de 4^{mm} à $4^{mm},85$) des dents d'ordres divers naissent de bas en haut sur la partie acuminée, comme il en naît de haut en bas sur la partie inférieure.

» L'ordre d'apparition des premières dents n'est pas aussi régulièrement accusé dans les feuilles proprement dites de ces Choux-raves qui ont, comme celles du Ch. cavalier rouge, quelques lobes à leur partie inférieure. Ces feuilles commencent par une lamelle oblongue, plus large en bas qu'en haut. Pendant que cette lamelle grandit, quelques dents naissent de chaque côté à des hauteurs très variables. Assez rarement ces premières dents débutent vers le quart supérieur de la petite feuille et sont en série basipète. La première dent naît assez souvent vers le milieu de la hauteur de la jeune feuille et même plus bas. D'autres dents naissent ensuite au-dessous et au-dessus; alors la lame est notablement plus large dans sa partie moyenne. Quelquefois même ce sont les lobes du bas qui apparaissent les premiers, vers le tiers inférieur de la feuille. Une feuille de $1^{mm},45$ de la variété rouge présentait ainsi trois lobes relativement grands, clairs, encore non assombris par les gaz, en série basipète. Au-dessus la lame était élargie dans sa partie moyenne, et des nervures pinnées déjà sombres naissaient dans la

moitié supérieure, accusant un développement basifuge de cette région, bien que les dents n'y fissent aux bords que de très faibles ondulations. C'est cette région supérieure qui constitue le long et large acumen sur lequel des dents primaires, secondaires, etc., naissent de bas en haut, formant de chaque côté une série basifuge quelquefois de sept à huit dents primaires. L'ordre d'apparition des vaisseaux, en nous ramenant sur ce fait, en donnera une autre confirmation.

» La comparaison des Choux cabus, des Milan, du cavalier rouge, du Chou-rave, des Choux laciniés, des Navets, des Raves et des Radis, nous prouve que toutes les feuilles citées ici, qu'elles soient simples, pinnatifides à leur partie inférieure ou dans toute leur longueur, ont une constitution et un développement analogues.

» Dans les feuilles lyrées le grand lobe terminal apparaît le premier, en haut de la petite lame plus ou moins allongée, et courbée longitudinalement sur sa face antérieure, par laquelle débute la feuille. Cette lame, d'abord plus étroite en haut qu'en bas, se dilate au-dessous de son sommet, et y forme, de chaque côté, la première dent latérale supérieure de la série basipète, dent qui n'est alors représentée que par un sinus saillant à bord arrondi. Quelquefois, avant même que la dent latérale supérieure soit accusée, la petite feuille se dilate en forme de spatule, et c'est cette dilatation terminale qui représente le grand lobe du sommet. Tout en haut se dessine d'abord la dent culminante, dans laquelle se terminera la nervure médiane; ensuite, de chaque côté, apparaît la première dent latérale. Audessous du rudiment de cette première dent latérale, une, deux ou trois ondulations primitivement faibles, puis plus saillantes, annoncent la naissance d'autres dents primaires aux côtés et à la base de la dilatation. Quand ces dents ne forment encore que des sinus à sommet arrondi, très peu proéminents, il naît souvent déjà, au-dessous de cette ébauche du grand lobe terminal, et de chaque côté, le rudiment du premier lobe latéral du rachis. Pendant que le grand lobe terminal produit ainsi de haut en bas ses dents primaires, et entre elles ou sur leurs côtés, l'ébauche de dents secondaires et même de dents tertiaires, il s'élargit inférieurement beaucoup plus que par en haut, de façon à passer d'une forme ellipsoïdale ou ovale à une forme subquadrangulaire accidentée par les dents, qui devient souvent sensiblement triangulaire, le sommet du triangle correspondant à celui de la feuille. Cela est dû à ce que la région moyenne de la feuille croît davantage et plus vite que la région supérieure (Radis, Navets et Raves). A cause aussi de ce prompt accroissement de la région moyenne,

les premiers lobes latéraux grandissent vite également, et au-dessous d'eux il en naît d'autres de haut en bas, jusqu'à sept ou huit; mais les inférieurs, qui restent d'autant plus petits qu'ils sont plus bas placés, sont bien plus tardifs. On peut dire qu'en général, dans ces feuilles lyrées, les premiers lobes latéraux du rachis apparaissent aussitôt que le grand lobe terminal a accusé ses dents primaires inférieures par de faibles sinus à bords arrondis, ou de simples ondulations.

» Le nombre des dents primaires du grand lobe terminal est variable, suivant les plantes ou même suivant les feuilles examinées. Il peut y en avoir de chaque côté de une à quatre. Quand il y en a trois ou quatre ou seulement deux, l'accroissement des inférieures de ces dents du lobe terminal étant, au moins souvent, plus considérable que celui des dents supérieures, il est naturel qu'elles portent un plus grand nombre de dents secondaires, tertiaires, quaternaires, etc., que les dents supérieures. En accord aussi avec le plus grand accroissement de la région moyenne de la feuille, les dents primaires inférieures du grand lobe terminal, avec leurs dents secondaires, tertiaires, etc., ont de la tendance à se détacher et se détachent souvent, en effet, comme des lobes distincts, plus ou moins adhérents au reste du grand lobe terminal (Radis noir, R. rose, Navet de Berlin, N. des Sablons, N. de Saulieu, etc.). Si cela s'opère sur des feuilles dont le lobe terminal n'a d'ordinaire que deux dents primaires de chaque côté, le lobe terminal n'a plus, de chaque côté, qu'une dent primaire avec ses dents secondaires, tertiaires, etc., et les quelques dents de la série basifuge qui la surmontent. Parfois cette disjonction s'effectuant seulement d'un côté, le grand lobe terminal peut avoir trois dents primaires d'un côté et deux de l'autre, ou bien deux d'un côté et une de l'autre.

» Il est utile de mentionner spécialement la végétation des feuilles des *Raphanus niger* et *sativus*. Dans ces plantes, l'accroissement des parties de la région moyenne est si précoce quelquefois, que l'on se demande si les dents du grand lobe terminal ne sont pas nées toutes de bas en haut, et même si les lobes latéraux supérieurs du rachis n'ont pas précédé les dents primaires du grand lobe terminal. Une recherche persévérante fait découvrir, dans les bourgeons terminaux et dans les axillaires, de jeunes feuilles dans lesquelles ce sont bien les dents du grand lobe terminal qui sont nées d'abord. Il n'y en a qu'une de chaque côté dans le principe, à bord largement arrondi; puis il s'en développe au-dessous une plus petite, et au-dessous de celle-ci une plus faible encore. On s'assure aussi, dans ces cas normaux, que les premiers lobes latéraux ne naissent qu'après les dents

primaires du grand lobe terminal. On reconnaît également que les premières dents des séries basifuges ne naissent au plus tôt qu'après les deux premières dents primaires des séries basipètes. Outre les lobes primaires qui apparaissent de haut en bas du rachis au-dessous du lobe terminal, d'autres lobes plus petits, nés postérieurement, alternent avec ces grands lobes premiers formés. Ils sont insérés sur un plan situé plus près de la ligne médiane de la face supérieure du rachis. Il en sera question de nouveau en parlant des vaisseaux.

» Les feuilles très profondément laciniées de plusieurs sous-variétés rouges ou vertes du *Brassica ol. acephala* commencent par donner, comme il a été dit plus haut, une série basipète de lobes primaires de chaque côté de la petite lame initiale, courbée longitudinalement en avant. Certaines feuilles de $0^{mm},40$ n'avaient encore que deux lobes de chaque côté; le supérieur était le plus grand. Il y avait trois lobes, aussi de chaque côté, dans une feuille de $0^{mm},57$, quatre dans une autre de $0^{mm},85$ et toujours les plus petits, les plus jeunes, étaient les inférieurs. Une feuille de $1^{mm},35$ avait cinq lobes dans chaque série basipète, et un lobe de la série basifuge apparaissait entre le lobe terminal et le lobe latéral supérieur. Dans une autre feuille de $1^{mm},35$, qui avait aussi cinq lobes basipètes de chaque côté, outre le premier lobe basifuge débutant sous le lobe terminal, il naissait un lobe secondaire sur le côté inférieur des deux premiers lobes de chaque série basipète. Il s'en forme ainsi de haut en bas sur tous les lobes primaires de la série, à mesure qu'elle s'étend sur la partie inférieure de la feuille, pendant que celle-ci s'accroît. En même temps, de nouveaux lobes primaires (deux ou trois) peuvent s'ajouter à chaque série basifuge commencée (var. rouge et Chou de Russie), puis des lobes secondaires naissent sur les premiers apparus, d'abord au côté inférieur, un peu plus tard au côté supérieur, comme cela arrive sur les lobes des séries basipètes. Les lobes primaires les derniers formés, en haut et en bas, restent ordinairement simples, surtout ceux d'en bas; ceux d'en haut ont quelquefois un ou quelques lobules.

» Les lobes primaires, en grandissant, deviennent donc pinnatifides, mais l'apparition des lobes secondaires ne se fait pas toujours dans le même ordre. Sur certains lobes primaires, les premiers lobes secondaires sont en série basipète, sur d'autres en série basifuge. Sur d'autres encore, un peu plus avancés, le plus grand lobe secondaire est vers le milieu de la série, dont le développement est alors *mixte*. Il en est à peu près de même pour les lobes tertiaires sur les secondaires. Les lobes tertiaires peuvent porter

plusieurs lobes quaternaires, et ces derniers des lobules de cinquième génération.

» Dans ces feuilles rameuses, comme dans celles dont il a été question plus haut, la région moyenne prend un plus grand développement que les extrémités, ce qui est dû à une végétation plus active et plus prolongée. Les rameaux y sont donc plus étendus et plus divisés. Les mêmes faits sont reproduits dans les rameaux primaires de feuilles divisées jusqu'au rachis. J'ai sous les yeux une de ces feuilles du Chou de Russie, dont chaque rameau de la région moyenne a, en petit, tous les caractères que je viens d'assigner à la feuille même. Ces rameaux du milieu sont les plus grands et les plus divisés; ceux des extrémités sont les plus réduits. La feuille entière présente six générations de lobes et de lobules. »

NAVIGATION. — *Considérations sur le roulis, à propos d'une Communication récente de M.* de Bussy [1]. Note de M. **A. Ledieu**.

« I. Appelons

η les amplitudes successives des oscillations d'un navire roulant abandonné à lui-même, ces amplitudes étant exprimées en degrés et considérées comme ayant une valeur instantanée correspondant à chaque valeur de t;
η_0 la valeur maxima de η;
α un paramètre expérimental constant, propre à chaque bâtiment;
ε une quantité auxiliaire;
a le nombre 10;
T les durées des diverses oscillations simples, supposées isochrones;
k le rapport $\frac{\pi}{T}$;
θ l'angle de l'axe du bâtiment avec la verticale en eau calme, ou avec la normale à la houle en mer agitée;
t le temps, en secondes, compté de l'instant où le navire a une inclinaison θ_0 égale à η_0.

» M. de Bussy a adopté, comme points de départ de sa question, les formules suivantes, de MM. de Benazé et Risbec (*Mémorial du Génie maritime*, 10e livraison, 1874) :

$$\eta + 1 = (\eta_0 + 1)^{a^{-\frac{\alpha t}{T}}}, \tag{1}$$

$$\eta = \eta_0 e^{-\varepsilon t}, \tag{2}$$

$$\theta = \eta\left(\cos kt + \frac{\varepsilon}{k}\sin kt\right). \tag{3}$$

[1] *Comptes rendus* du 4 janvier 1886, p. 35.

» II. Ces formules ont été établies dans l'hypothèse expresse de roulis en eau calme, étant tenu compte de la *résistance* de la carène. Mais il est démontré tant bien que mal, et admis aujourd'hui par un certain nombre d'ingénieurs, que : *tout navire en travers à la houle tend à rouler par rapport à la normale à celle-ci, comme il roule en eau calme par rapport à la verticale.*

» Grâce à ce principe, le problème traité consiste dans ceci :

» 1° Décomposer la *période* d'ondulation de la houle donnée en un certain nombre de *fractions de période*, tel que, pendant chacune d'elles, la portion y relative du profil connu de l'onde puisse être regardée comme ayant une pente constante.

» 2° Déterminer de proche en proche l'angle que fait l'axe du navire avec la normale à la houle à la fin de chacune desdites fractions de période, se donnant les caractéristiques du mouvement au commencement de l'une d'elles.

» 3° A cet effet, regarder les trois formules ci-dessus comme convenant à un roulis fictif complet du navire sur la pente qui correspond à la *fraction de période* considérée, les angles η et θ se comptant désormais des normales aux pentes successives.

» III. D'un autre côté, il a été choisi pour caractéristiques du mouvement :

» 1° La vitesse d'oscillation

$$(4) \qquad \Omega_1 = \frac{d\theta_1}{dt} = -\eta_1 \frac{k^2 + \varepsilon_1^2}{k^2} \sin kt_1 ;$$

» 2° L'angle θ_1 au même instant.

» Une fois Ω_1 et θ_1 fixés, M. de Bussy élimine $\sin kt_1$ et $\cos kt_1$ entre (3) et (4), et obtient une équation (5) en ε_1 et η_1.

» Une autre élimination approximative de t entre (1) et (2), expliquée en IV ci-après, conduit à la relation

$$(5\ bis) \qquad \frac{\varepsilon T}{\alpha la} = \frac{(\eta + 1)\, l(\eta + 1)}{\eta}.$$

» Il en est fait l'équation (6) d'une courbe transcendante, dont les coordonnées courantes sont η et $\varepsilon' = \frac{\varepsilon T}{\alpha la}$, ce choix de ε' ayant pour but de rendre la courbe censément propre à tous les navires.

» La généralisation de l'équation (5) précitée, en y introduisant d'ailleurs ε' au lieu de ε, fournit une seconde courbe (7), qui, elle, est algébrique.

» L'intersection des deux courbes détermine graphiquement les valeurs de η_1 et de ε'_1, et par suite de ε_1 lui-même. On a ensuite t_1 à l'aide de (4).

» Enfin, ce qui a été omis, malgré son importance, l'équation (1) fournit, au moyen de η_1 et t_1, la quantité η_0.

» Dès lors, à la fin de la durée t_2 de la fraction de période considérée, soit pour l'époque $t = t_1 + t_2$, on est à même de calculer η_2 à l'aide de l'équation (1), puis ε_2 par la courbe (6), et enfin θ_2 par la relation (3).

» IV. Nous remarquerons d'abord qu'en vertu du principe du § II, et en regardant par suite les équations du § I comme *instantanées*, il n'est pas besoin de s'occuper de *fractions de période*, et d'opérer de proche en proche. Une fois tous les éléments relatifs à un moment t_1 déterminés comme il vient d'être dit, on est à même d'obtenir d'emblée les éléments qui conviennent à une époque quelconque $t = t_1 + t_n$ de la même manière que ci-dessus pour $t = t_1 + t_2$, et cela indépendamment de l'espèce de la houle.

» D'autre part, dans la différentiation de l'équation (3), qui mène à l'équation (4), M. de Bussy a supposé $\frac{d\varepsilon}{dt}$ sensiblement nul, soit ε approximativement indépendant du temps, comme le prouverait l'expérience, prétend-il dans un complément ([1]) à sa Communication. Il s'est, de plus, basé sur cette même supposition pour trouver son équation (6); car il a déduit de (2) la relation

$$(2\ bis) \qquad \varepsilon = -\frac{\eta'}{\eta},$$

η' étant la dérivée de η par rapport au temps.

» Et c'est en combinant (2 *bis*) développé avec (1) que le savant ingénieur a obtenu une élimination élégante de t, qui d'ailleurs tentée directement entre (1) et (2) est inextricable, à cause de l'exponentielle d'exponentielle que renferme la première expression.

» Mais l'indépendance approximative de ε par rapport à t se trouve condamnée expérimentalement par MM. de Bénazé et Risbec, 2e ligne, page 222 du *Mémorial* susmentionné.

» Du reste, au point de vue analytique, du moment qu'on se donne les équations (1) et (2), la quantité ε est exprimable en une fonction uniquement du temps; et l'on peut démontrer *a priori* par l'absurde que cette fonction *ne varie pas avec une assez grande lenteur*, pour qu'il soit licite de la regarder, sans erreur sensible, comme constante par rapport à t dans les différentiations, ainsi que le veut M. de Bussy ([1]).

([1]) *Comptes rendus* du 25 janvier 1886, p. 196.

» En effet, de la constance sensible de ε et de l'équation (5 *bis*) précitée, il résulterait qu'on devrait avoir la quantité $(\eta + 1)\, l(\eta + 1) : \eta$ *sensiblement constante*, entre $\eta = \eta_0$ et $\eta = 0$ (où elle vaut 1), ce qui manifestement n'est pas. Sans compter que la courbe (6) deviendrait alors une droite parallèle à un des axes de coordonnées.

» V. Il est intéressant de remarquer qu'après avoir constaté que ε était une fonction du temps assez rapidement variable, MM. de Bénazé et Risbec ont reconnu expérimentalement (pages 222 et 245 du *Mémorial*) que la relation (2 *bis*) pouvait se conserver, ce qui entraîne, pour l'équation (2), la nouvelle forme

$$\eta = \eta_0 e^{-\int \varepsilon\, dt}.$$

» Dans ces conditions, l'équation (6) de M. de Bussy demeure exacte; mais il n'en est évidemment pas de même de son équation (4), ce qui fausse tous ses résultats.

» L'équation incorrecte (4) peut se rectifier facilement. Car, grâce aux relations (2 *bis*) et (6), on a d'abord

$$\frac{d\varepsilon}{dt} = -\frac{\eta''}{\eta} + \varepsilon^2 = -\frac{\alpha la}{T}\varepsilon[l(1+\eta)+1] + \varepsilon^2 = -\frac{\varepsilon^2\eta}{\eta+1} - \frac{\alpha la}{T}\varepsilon + \varepsilon^2;$$

puis il vient

$$\Omega = -\frac{\eta}{k}\left(k^2 + \frac{\varepsilon^2\eta}{\eta+1} + \frac{\alpha la}{T}\varepsilon\right)\sin kt. \qquad (4\ bis)$$

» En éliminant $\sin kt$ et $\cos kt$ entre (4 *bis*) et (3), suivant la même marche que M. de Bussy, on trouve l'équation corrigée à substituer à (5), puis à (7), et qui fournit encore une courbe algébrique. Le nouveau résultat est beaucoup plus compliqué que celui qu'il est appelé à remplacer. Le lecteur le trouvera sans difficulté.

» Mais je n'y vois aucun intérêt; car la question générale que nous venons d'esquisser n'a, selon moi, qu'une portée pratique secondaire, pour les raisons suivantes.

» VI. Cette question a pour objet de prévoir les roulis sur mer houleuse d'un navire en projet, en se servant des formules de roulis en eau calme du § I.

» Or ces formules impliquent un certain nombre d'hypothèses restrictives destinées à limiter le problème et à rendre possible sa mise en équations, telles que la constance de la distance du métacentre au centre de gravité, l'abstraction de l'effet connu, dans la théorie de la stabilité des machines, sous le nom de *tangage des machines*, et qui influence les oscillations du bâtiment, au moins avec les cylindres horizontaux, etc.

» A la vérité, on tient compte dans la formule (3) de la *résistance* de la carène au roulis, à l'aide de la quantité auxiliaire ε et de l'amplitude η de l'oscillation instantanée correspondant à l'époque t. De son côté, l'amplitude η relève de la relation (1), qui constitue la *courbe d'extinction* des oscillations. Mais le mode d'introduction de ε et de η dans (3) aussi bien que la relation (1) elle-même sont entièrement *empiriques;* et le tout n'a été déduit ou vérifié qu'au moyen d'expériences sur trois ou quatre bâtiments. Lesdites formules ne sauraient donc être regardées comme générales.

» Ce n'est pas tout, la question traitée par M. de Bussy s'appuie sur le *principe* du § II. Or ce principe est, de son chef, soumis à nombre de restrictions; car il suppose que la houle est unie et prend le navire en travers, que la largeur de celui-ci est infiniment petite par rapport à la longueur de la houle, etc.

M. **Haton de la Goupillière**, en déposant sur le Bureau un exemplaire du *Bulletin*, in-8°, *de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale*, relatif à sa séance du 26 février dernier, s'exprime ainsi qu'il suit :

« J'ai l'honneur d'offrir à l'Académie le compte rendu d'une Communication que j'ai faite à la Société d'encouragement, dans le but de répandre en France la connaissance de la lampe de mines Wolf à rallumage intérieur. On sait à quels inconvénients, et parfois même à quels dangers, peut exposer le service des postes de rallumage que l'on établit dans le fond des houillères, à l'entrée du courant d'air, pour que l'on puisse y démonter, dans une atmosphère pure, les lampes éteintes que l'on y rapporte des diverses tailles, et les y rallumer sur un feu nu. Dans la séance tenue le 5 novembre 1879 par la Commission du grisou (¹), j'avais appelé l'attention sur l'utilité qu'il y aurait à construire un type de lampes de sûreté que le piqueur pût rallumer au chantier, sans l'ouvrir et en employant un mode d'inflammation complètement intérieur aux tamis de sûreté. J'ai donc suivi avec beaucoup d'intérêt la tentative qui a été faite dans cette voie, en Allemagne, par M. Wolf. Je suis loin de considérer cette lampe comme parfaite dans son ensemble; mais l'organe de rallumage est ingénieusement combiné et fonctionne très bien. Les diverses objections que l'on peut formuler pour certains détails accessoires ne seront sans doute pas sans remède. Il faut toutefois signaler, comme un obstacle grave,

(¹) *Procès-verbaux de la Commission du grisou*, 1er fascicule, p. 63.

l'emploi de la benzine pour l'alimentation; ce liquide odorant et inflammable semblant, *a priori*, contre-indiqué pour la pratique des travaux souterrains. Déjà la houillère de Westphalia, dans le bassin de la Rhur, a vu dévorer une partie de ses constructions par un incendie dû à cette substance. Il est cependant juste de reconnaître que l'on se trouve, à cet égard, en présence d'une sorte de dilemme difficile à tourner; attendu que, si la lampe ne renferme pas un liquide volatil et inflammable, la déflagration fulminante que l'on y provoque n'aura pas aisément le pouvoir de la rallumer. Quoi qu'il en soit, je regarde cette innovation comme importante, et j'ai cru intéressant de la signaler à l'Académie, ne fût-ce que pour provoquer de nouvelles recherches sur ce sujet, dans notre pays où la question des lampes de sûreté a fait récemment de si grands progrès. »

Une Commission de Membres de l'Académie des Sciences devant se réunir à la Commission nommée par l'Académie des Beaux-Arts, pour procéder à l'examen des bustes exécutés pour l'Institut, et se prononcer, en particulier, sur la valeur de ces bustes au point de vue de la ressemblance, cette Commission comprendra : MM. Jurien de la Gravière, Bertrand, Fremy, Edm. Becquerel, de Quatrefages, Janssen.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Membre pour la Section de Géométrie, en remplacement de feu M. *Bouquet*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 51,

M. Halphen obtient	 49	suffrages.
M. Picard »	 1	»
M. Poincaré »	 1	»

M. **Halphen** ayant réuni la majorité absolue des suffrages est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission de six Membres, pour préparer une liste de candidats à la place

de Secrétaire perpétuel, laissée vacante par le décès de M. Jamin. Ces six Membres doivent être pris dans les Sections de Sciences physiques.

MM. Gosselin, Duchartre, de Quatrefages, Boussingault, Pasteur, Daubrée, réunissent la majorité des suffrages.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les Concours de l'année 1886.

Le dépouillement donne les résultats suivants :

Prix Montagne : MM. Duchartre, Van Tieghem, Chatin, Trécul et Cosson réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. Blanchard et A. Milne-Edwards.

Prix Savigny : MM. de Quatrefages, Blanchard, A. Milne-Edwards, de Lacaze-Duthiers et Grandidier réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. d'Abbadie et Cosson.

Prix Montyon (*Médecine et Chirurgie*) : MM. Vulpian, Gosselin, Richet, Marey, Charcot, Larrey, Pasteur, Chatin et Bert réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. A. Milne-Edwards et de Quatrefages.

Prix Godard : MM. Gosselin, Vulpian, Richet, Marey et Larrey réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. de Quatrefages et Bert.

MÉMOIRES LUS.

MÉTÉOROLOGIE. — *L'ouragan du golfe d'Aden en juin* 1885. Note de M. le Vice-Amiral CLOUÉ.

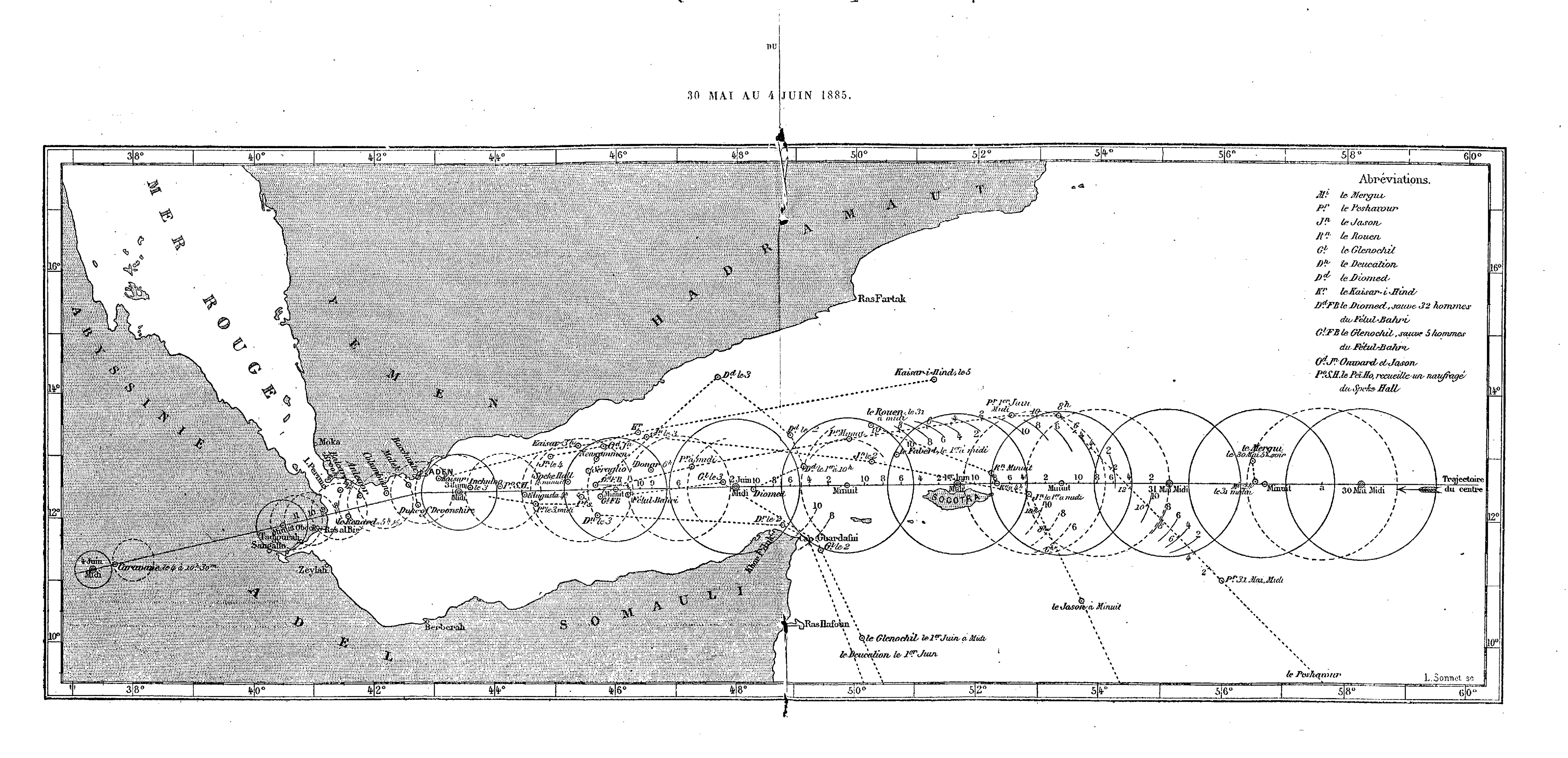
« J'ai l'honneur d'exposer à l'Académie un résumé de l'enquête que je viens de faire sur l'ouragan qui a ravagé le golfe d'Aden, au commencement de juin 1885.

» On sait que 42 grands navires ont traversé l'ouragan; 23 l'ont essuyé à la mer, et 19 au mouillage. 5 grands navires ont péri; nous comptons

CARTE INDIQUANT LA MARCHE DU CYCLONE

DU

30 MAI AU 4 JUIN 1885.



parmi eux la corvette allemande *l'Augusta*, montée par 238 hommes, et l'aviso français *le Renard*, ayant à bord 107 personnes.

» On a recueilli çà et là sur des épaves 49 hommes appartenant à divers autres navires, presque tous des Arabes, et l'on a constaté 425 victimes. Il est probable que leur nombre atteint le double de ce chiffre, car il me paraît impossible qu'aucun des nombreux caboteurs du pays qui se trouvaient à la mer ait pu échapper à cet ouragan.

» Le navire le plus à l'est, parmi ceux sur lesquels j'ai pu avoir des renseignements, est le steamer anglais *le Mergui*. Ce bâtiment a rencontré le cyclone le 30 mai au soir, à 250 milles à l'est de l'île de Socotra. Tous les autres navires sont échelonnés dans le golfe entre le *Mergui* et Obock; leurs journaux et rapports de mer ont permis d'établir exactement la route suivie par le cyclone, ses dimensions, et la vitesse du transport du centre.

» Cet ouragan est très remarquable par son imprévu, car, de mémoire d'homme, on ne se souvient pas d'avoir vu dans le golfe d'Aden un pareil événement météorologique.

» Nulle part le baromètre n'a annoncé l'approche de l'ouragan, dans le port d'Aden comme en ville, et sur la rade, à bord de la *Bacchante*, la baisse du baromètre a été à peine sensible, même dans le plus fort du cyclone. Cependant, sur le steamer anglais *Duke of Devonshire*, placé, par rapport à Aden, symétriquement de l'autre côté du centre de l'ouragan, le baromètre a baissé de 14^{mm}. Il est d'autres navires à bord desquels la baisse du baromètre a dépassé 40^{mm}.

» La direction de la course du cyclone, droit à l'ouest jusqu'à Aden (le centre passant à 6 milles au nord de Socotra), constitue aussi une exception. Cependant, à Aden, la trajectoire, qui passe à 12 milles au sud de la ville, prend la direction O. 13° S., peut-être sous l'influence des terres de l'Arabie? Quant au diamètre de l'ouragan, il va diminuant progressivement, en même temps que la vitesse du centre augmente.

» Ainsi, au navire observé le plus à l'est, c'est-à-dire à 250 milles dans l'est de l'île de Socotra, le diamètre du cyclone est de 150 milles et la vitesse du centre est de 8 milles à l'heure vers l'ouest. A Socotra, le diamètre est de 140 milles et la vitesse du centre de $8^{milles},5$. Le cyclone passe le cap Guardafui avec un diamètre de 130 milles et une vitesse de 10 milles à l'heure, qui continue d'augmenter graduellement pendant que le diamètre diminue, de sorte que, lorsque le cyclone atteint Aden, la vitesse du centre est de 14 milles et le diamètre de 60 milles seulement. A l'ouest d'Aden, la vitesse du centre est de $14^{milles},5$: elle atteint 15 milles à Obock, mais le

diamètre de l'ouragan n'est plus alors que de 50 milles, et il est probable que le diamètre continue de diminuer dans l'intérieur de l'Afrique, où le cyclone atteint le 4 juin et met en désordre une caravane partie depuis huit jours de Sangallo, se dirigeant vers le Choa.

» Ainsi, au lieu de se dilater comme cela a lieu ordinairement, le cyclone se contractait à mesure qu'il pénétrait au fond du golfe, sans doute parce qu'il ne recueillait sur sa route aucun aliment. Cette masse orageuse se consumait sans se renouveler. L'ouragan a dû prendre fin dans l'intérieur des terres comme une simple trombe.

» La ville d'Aden a beaucoup souffert; un grand nombre de petits navires ont été coulés dans le port et les autres ont été jetés à la côte. Quant aux grands navires, ils ont arraché leurs corps-morts, se sont abordés, et ont fait de nombreuses avaries.

L'île Périm a été peu maltraitée, n'ayant été qu'effleurée par le bord nord de l'ouragan; mais Obock a été presque rasé. Tadjourah, situé plus à l'ouest, n'a pas été fortement éprouvé par le mauvais temps. Zeïlah a ressenti seulement quelques orages, et toute la côte Saumali située à l'est de cette ville, jusqu'à environ 40 milles à l'ouest du cap Gardafui, est restée en dehors de l'action de l'ouragan. Par conséquent, s'ils avaient pu prévoir le cyclone, les navires qui se seraient dirigés franchement et d'assez bonne heure vers la côte d'Afrique pouvaient échapper à son atteinte. Mais rien ne pouvait indiquer que la partie sud du golfe serait épargnée.

» L'étude comparative des vents qu'ont ressentis les divers navires, selon qu'ils étaient d'un côté ou de l'autre de la trajectoire, fournit une nouvelle preuve en faveur de la gyration; et cette preuve est surtout frappante lorsque plusieurs navires se rencontrent dans le même cercle, parce qu'alors on constate que ceux qui se trouvent sur le même diamètre, mais de côtés différents du centre, ressentent des vents contraires.

» Étant donné l'espace resserré dans lequel se trouvaient la plupart des navires dont nous avons examiné les journaux ou les rapports; étant donné l'imprévu du mauvais temps qui les a frappés, il aurait fallu, pour qu'ils pussent échapper au cyclone, qu'ils fussent avertis assez longtemps à l'avance pour chercher un abri, ou conserver celui qu'ils avaient déjà. Cela ne pouvait avoir lieu qu'à l'aide d'un système de postes de signaux, communiquant entre eux par l'électricité.

» Si, le 31 mai, un télégramme de l'île de Socotra avait prévenu qu'un ouragan entrait dans le golfe d'Aden, l'*Augusta* serait restée à l'île Périm et le *Renard* n'aurait pas quitté Obock. La frégate anglaise *la Bacchante*, qui

a failli se perdre en rade d'Aden, se serait sans doute réfugiée dans la mer Rouge, et plus de la moitié des autres bâtiments seraient restés dans cette mer, au lieu d'entrer dans le golfe d'Aden. On eût évité ainsi bien des malheurs.

» Il est donc vivement à désirer qu'un service de signaux sémaphoriques soit établi dans ces parages, si fréquentés depuis l'ouverture du canal de Suez. J'espère que l'Académie des Sciences voudra bien prêter son bienveillant et puissant appui à cette œuvre éminemment utile. C'est par l'énergie d'un de ses membres que cette grande route maritime a été ouverte à tous les navigateurs du globe : un service de prévision du temps, tel qu'il existe sur les côtes d'Europe et sur celles de l'Amérique du Nord, en serait le complément. »

GÉOGRAPHIE BOTANIQUE. — *Sur les premières collections botaniques arrivées du Tonkin au Muséum d'Histoire naturelle* (suite). Note de M. **Ed. Bureau.**

« L'herbier du Tonkin formant le premier envoi de M. Balansa comprend seulement, comme nous l'avons dit, les plantes recueillies dans les plaines et les collines du delta. Il y avait intérêt à savoir quelles étaient les familles naturelles représentées dans cette région, et quel était le nombre d'espèces appartenant à chacune. Avec la collaboration de M. J. Poisson et de M. Franchet, attaché aux galeries de Botanique, ce premier travail de détermination a été terminé assez promptement. En voici les résultats :

Familles.	Nombre d'espèces.	Familles.	Nombre d'espèces.	Familles.	Nombre d'espèces.
Graminées.......	60	Acanthacées......	5	Convolvulacées...	3
Légumineuses....	32	Aroïdées.........	5	Labiées..........	3
Rubiacées........	27	Rhizophorées....	4	Ébénacées.......	3
Euphorbiacées....	25	Mélastomacées....	4	Hypéricinées.....	3
Fougères.........	21	Buxacées........	4	Anacardiacées....	3
Cypéracées.......	17	Aurantiacées.....	4	Myrtacées........	3
Verbénacées......	11	Rhamnées........	4	Dioscoréacées....	3
Composées.......	10	Cucurbitacées....	4	Palmiers.........	3
Tiliacées.........	8	Solanées.........	4	Naïadées.........	3
Asclépiadées......	7	Amaranthacées...	4	Characées........	3
Scrophulariées...	7	Laurinées........	4	Apocynées.......	2
Ampélidées.......	7	Urticées.........	4	Utriculariées.....	2
Artocarpées......	7	Liliacées.........	4	Cyrtandracées....	2
Lythrariées......	5	Smilacées........	4	Araliacées.......	2

Familles.	Nombre d'espèces.	Familles.	Nombre d'espèces.	Familles.	Nombre d'espèces.
Ménispermées....	2	Oléacées.........	1	OEnothérées......	1
Capparidées......	2	Jasminées........	1	Ombellifères.....	1
Malvacées........	2	Borraginées......	1	Thymélées.......	1
Sterculiacées.....	2	Bignoniacées.....	1	Loranthacées.....	1
Pittosporées......	2	Ægicérées........	1	Chénopodées.....	1
Sapindacées......	2	Ardisiacées......	1	Santalacées.......	1
Polygalées.......	2	Éricinées........	1	Pipéracées.......	1
Balsaminées......	2	Dilléniacées......	1	Philydrées.......	1
Oxalidées........	2	Anonacées.......	1	Burmanniacées...	1
Polygonées.......	2	Ternstrœmiacées..	1	Hypoxidées......	1
Morées..........	2	Portulacées......	1	Amaryllidées.....	1
Celtidées........	2	Bixacées.........	1	Orchidées........	1
Pontédériacées...	2	Clusiacées.......	1	Flagellariées.....	1
Lycopodiacées....	2	Sapotacées.......	1	Alismacées.......	1
Lobéliacées......	1	Célastrinées......	1	Hydrocharidées...	1
Pongatiées.......	1	Simaroubées.....	1	Xyridées.........	1
Goodenoviées....	1	Connaracées......	1	Ériocaulonées....	1
Loganiacées......	1	Haloragées.......	1		

» En tout, quatre cent sept espèces, réparties en quatre-vingt-quinze familles.

» Ce qui frappe tout d'abord, c'est la multitude des types végétaux représentés dans cette collection, qui ne comprend peut-être pas le quart des plantes du Tonkin. La flore que nous avons sous les yeux est une des plus variées qui se puisse voir; et cela tient, sans aucun doute, au grand nombre de stations différentes qui se rencontrent dans l'espace exploré.

» On peut remarquer aussi que bien peu de familles sont un peu richement représentées : 7 seulement ont plus de 10 espèces; tandis que 10 familles ont 3 espèces, 18 en ont 2, et 39 n'en ont qu'une seule.

» Les familles qui prédominent sont à peu près les mêmes que dans les autres régions tropicales; mais l'ordre dans lequel elles se suivent est assez remarquable.

» D'après les Catalogues de Wallich, ce sont les Légumineuses qui dominent dans l'Inde. Ici, sous la même latitude, ce sont les Graminées, comme dans la flore de Canton et de Macao. Elles prennent même, dans cette région du Tonkin, une importance exceptionnelle, puisqu'elles entrent dans le tapis végétal du pays dans la proportion de près de 15 pour 100, et que leur nombre est presque le double du chiffre des Légumineuses, qui viennent après.

» Les 60 espèces de Graminées faisant partie de l'envoi ne représentent pas moins de 30 genres. 2 espèces sont cultivées dans les jardins : une Bambusée du genre *Melocanna*, atteignant de 3^m à 5^m de hauteur, et le Vétiver (*Andropogon muricatus* Retz). Il est bien probable que ces deux plantes seront rencontrées à l'état sauvage dans le pays. Les 58 autres espèces se répartissent entre des stations très différentes : les unes, appartenant aux genres *Ophiurus*, *Henarthria*, *Erianthus*, *Garnotia*, etc., habitent les endroits humides, mares, rizières ou fossés; un *Sporobolus* vit sur les plaines recouvertes d'eau dans les hautes marées; d'autres espèces, rentrant dans les genres *Leptatherum*, *Apluda*, *Digitaria*, *Arundinella*, etc., paraissent propres aux localités calcaires; enfin, il y a des collines couvertes de Graminées formant de véritables pâturages. Parmi ces Graminées, on peut citer : plusieurs *Ischœmum*, *Panicum* et *Andropogon*, un *Ctenium*, et, malheureusement, l'*Heteropogon contortus* Rœmer et Schultes; cette espèce, répandue actuellement dans beaucoup de contrées chaudes ou tempérées du globe, est devenue, en Australie et à la Nouvelle-Calédonie, un véritable fléau pour les colons qui s'occupent de l'élevage du bétail. Les fruits, munis à leur base d'une pointe acérée, pénètrent à travers la peau dans le corps des moutons et produisent des désordres qui amènent la mort des animaux. L'*Heteropogon contortus* est, au contraire, une plante utile avant la maturité des fruits et constitue alors un excellent fourrage. Il suffit, pour mettre les bestiaux à l'abri des accidents signalés, de faucher les pâturages où croît cette espèce au plus tard vers le moment de sa floraison.

» Les Composées, qui forment environ la dixième partie des plantes phanérogames connues, qui dans la flore de l'Inde arrivent au troisième rang, et dans la flore de la Chine méridionale au quatrième, ne sont ici qu'au huitième.

» Les Rubiacées occupent dans l'herbier tonkinois le troisième rang, presque comme dans l'Inde, où elles sont la seconde famille par le nombre des espèces. Peut-être y a-t-il là une indication dont il sera bon de tenir compte. Le Tonkin, riche en Rubiacées comme l'Inde, et présentant sans doute aussi dans ses montagnes, surtout vers l'ouest, des vallées tempérées, se prêterait probablement, tout aussi bien que la péninsule indienne, à la culture des utiles Rubiacées de la Nouvelle-Grenade et du Pérou : les Quinquinas.

» L'herbier contient une Sapotacée, et le voyageur en signale quelques autres dans les montagnes récemment parcourues par lui; mais il n'y a à peu près aucune chance pour que ce soient des arbres à gutta-percha : le

Tonkin est situé en dehors de l'aire géographique occupée par ces arbres précieux. Leur culture, devenue une nécessité, sera tentée avec plus de chances de succès dans notre colonie de la Cochinchine.

» Si la récolte de la gutta-percha est très improbable au Tonkin, il n'en est pas de même de celle du caoutchouc. On ne devra pas perdre de vue que M. Balansa signale dans les forêts quinze espèces de Figuiers; sept font partie de son premier envoi. Tous les *Ficus*, bien probablement, contiennent du caoutchouc, plus ou moins. Il y aura lieu d'essayer si ces espèces en donneraient une quantité exploitable.

» J'ai remarqué également ce que dit M. Balansa de l'abondance des Palétuviers dans certaines parties du delta. Je rappellerai que les écorces de Palétuvier figurent parmi les plus riches en tannin et ont été essayées avec succès dans la préparation des cuirs. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. E. **Marchand** adresse, par l'entremise de M. H. Mangon, un Mémoire portant pour titre « Climatologie de la ville de Fécamp, ses rapports avec la météorologie du département de la Seine-Inférieure. »

(Renvoi au concours du prix Gegner et au concours du prix Jérôme Ponti.)

M. A. **Cothias** demande l'ouverture d'un pli cacheté contenant l'indication d'un remède contre le Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. H. **van Heurck** prie l'Académie de renvoyer au concours du prix Desmazières sa « Synopsis des Diatomées de Belgique. »

(Renvoi à la Commission du prix Desmazières.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** dépose sur le Bureau une collection des portraits photographiques des Membres de l'Académie, par M. *Eug. Pirou*.

ASTRONOMIE. — *Éphéméride de la comète Fabry*. Note de M. **Lebeuf**, présentée par M. Mouchez.

« En copiant la formule qui donne la valeur de z, il s'y est glissé par inadvertance une erreur de 1 degré (voir *Comptes rendus*, n° 9, du 1er mars). Au lieu de

$$z = r(9,991\,153)\sin(141°32'31'',6 + v),$$

il faut lire

$$z = r(9,991\,153)\sin(140°32'31'',6 + v),$$

et nous donnons ci-après l'éphéméride calculée de nouveau pour minuit (temps moyen de Paris) et corrigée de cette erreur :

Dates. 1886.	Ascension droite apparente. h m s	Déclinaison apparente. ° ′ ″	log r.	log Δ.	I.
Mars 1	23.20.29,5	+29.39.23	9,98732	0,18887	5,7
3	23.20.14,3	30.12. 1	9,97437	0,18172	6,3
5	23.19.58,2	30.45.32	9,96126	0,17392	6,9
7	23.19.41,0	31.19.53	9,94802	0,16541	7,6
9	23.19.22,8	31.54.59	9,93470	0,15614	8,5
11	23.19. 3,4	32.30.44	9,92137	0,14606	9,4
13	23.18.43,2	33. 7. 1	9,90812	0,13509	10,5
15	23.18.22,5	33.43.43	9,89503	0,12316	11,8
17	23.18. 1,9	34.20.40	9,88223	0,11019	13,0
19	23.17.42,3	34.57.39	9,86986	0,09609	15,0
21	23.17.25,3	35.34.26	9,85808	0,08076	17,0
23	23.17.12,7	36.10.48	9,84707	0,06408	19,0
25	23.17. 6,9	36.46.23	9,83703	0,04594	22,0
27	23.17.11,4	37.20.53	9,82816	0,02620	25,0
29	23.17.30,2	37.53.55	9,82066	0,00470	29,0
31	23.18. 8,8	38.25. 4	9,81472	9,98128	33,0
Avril 2	23.19.13,8	+38.53.52	9,81051	9,95575	38,0
4	23.20.53,7	39.19.47	9,80814	9,92791	43,0
6	23.23.18,6	39.42.14	9,80770	9,89751	50,0
8	23.26.41,9	40. 0.25	9,80919	9,86430	58,0
10	23.31.19,7	40.13.22	9,81257	9,82793	67,0
12	23.37.33,1	40.19.33	9,81773	9,78808	79,0
14	23.45.49,7	40.16.45	9,82454	9,74429	94,0
16	23.56.45,8	40. 1.22	9,83281	9,69606	112,0
18	0.11. 9,8	39.27.20	9,84234	9,64290	138,0

Dates. 1886.	Ascension droite apparente.	Déclinaison apparente.	log r.	log Δ.	I.
	h m s	° ′ ″			
Avril 20........	0.30. 5,3	38.24.17	9,85293	9,58440	171,0
22........	0.54.52,4	36.34.16	9,86438	9,52058	218,0
24........	1.26.57,2	33.27. 7	9,87650	9,45274	282,0
26........	2. 7.18,7	28.17.17	9,88912	9,38523	363,0
28........	2.55.17,2	20.16.41	9,90209	9,32835	444,0
30........	3.47.28,5	9.27.42	9,91529	9,29857	480,0
Mai 1........	4.13.27,1	+ 3.31. 3	9,92193	9,29837	465,0
15........	7.34.48,6	−34.20.55	0,01312	9,67670	54,0
Juin 1........	8.36.16,4	−39.50.10	0,10936	9,96570	9,0

» Voici, d'après deux observations de M. Fabry (équatorial coudé), comment les éléments de l'orbite représentent les positions de la comète :

	$\mathcal{A}_o - \mathcal{A}_c$.	$\mathfrak{D}_o - \mathfrak{D}_c$.
	s	″
1886. Mars 11...........	− 0,30	+ 7,0
» 12...........	+ 0,49	+ 5,0 »

ASTRONOMIE. — *Note complémentaire sur les dépressions observées par* M. PERRIN, présentée par M. Mouchez.

« Les observations de dépression du *la Galissonnière*, groupées dix par dix, donnent les moyennes suivantes, présentant une diminution constante qui a éveillé certains doutes :

	Baromètre.	Températures. Air.	Eau.	Dépressions.
Première dizaine........	767,1	+ 25°,0	+ 24°,6	5′.42″,5
Deuxième dizaine.......	766,6	+ 26,8	+ 25,5	5.37,8
Troisième dizaine.......	766,7	+ 27,8	+ 26,9	5.33,3
Quatrième dizaine......	765,0	+ 24,7	+ 23,5	5.31,5
Cinquième dizaine......	761,7	+ 20,2	+ 18,8	5.18,3
Sixième dizaine.........	761,1	+ 27,2	+ 25,5	5.23,5

» La dernière dizaine ne comprenant pas les deux dernières observations insérées dans les *Comptes rendus*, nous donnerons ci-dessous la moyenne des douze dernières dépressions :

Dernière douzaine.....	760,3	+ 27°,3	+ 25°,8	5′25″,5

» La moyenne de la première dizaine est beaucoup plus élevée que les

suivantes, parce qu'elle comprend les observations de la mer Rouge, où nous avons toujours obtenu des dépressions plus fortes qu'ailleurs, dues sans doute à la position particulière de cette mer entre deux déserts de sable, aux calmes et aux chaleurs étouffantes qui y règnent, etc.

» La moyenne de la cinquième dizaine est, au contraire, la plus faible de toutes, parce qu'elle comprend les températures les plus basses; ce qui correspond en général, comme l'on sait, à une augmentation du coefficient de la réfraction géodésique.

» Enfin, la moyenne de la sixième dizaine 5′23″,5 (ou de la dernière douzaine 5′25″,5) est au-dessous de la moyenne générale (5′31″,5), parce que la mousson de nord-est était sensiblement plus fraîche au voyage de retour (décembre 1885) qu'au voyage d'aller (février 1884), accompli en majeure partie par calme. La faible houle qui en résultait et qui n'avait, cependant, aucune influence sur le *la Galissonnière,* a eu pour effet de surélever un peu la ligne apparente de l'horizon, d'où une légère diminution dans la dépression. Une houle de $0^m,60$ seulement, qui s'élève par suite à $0^m,30$ au-dessus du niveau moyen, produit à la distance de 6 milles $\frac{1}{3}$ (limite de l'horizon visuel pour 9^m de hauteur) une diminution de dépression de 5″ environ.

» En résumé, les observations de dépression ne me paraissent pas susceptibles d'assez de régularité pour fournir d'autres indications qu'une *valeur moyenne* de cet élément dans les circonstances ordinaires de la navigation. M. de Tessan lui-même, après avoir donné 4′34″ (moyenne de 143 observations) pour la dépression observée à $6^m,17$ de hauteur, ajoute (*Voyage de la* Vénus, t. X, p. 371) :

« La moyenne de quatorze observations a été de 4′37″ lors d'un premier passage de la ligne; elle a été de 4′44″ dans un second passage, et de 4′56″ dans le second courant d'eau chaude analogue au Gulf-Stream; tandis que, dans les parages du cap Horn, la même moyenne n'a été que de 4′4″, etc. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Simplifications qui se présentent dans le calcul numérique des perturbations pour certaines valeurs de l'argument. Applications.* Note de M. O. Callandreau, présentée par M. Tisserand.

« Lorsqu'on se borne aux termes du premier ordre par rapport aux masses perturbatrices, ce que nous faisons ici, le calcul des perturbations des planètes se réduit à des quadratures. Les différentielles à intégrer ren-

ferment, comme éléments essentiels, quelques-unes des puissances de l'inverse de la distance Δ du corps troublant au corps troublé. On a l'habitude de poser

$$\Delta^2 = \Delta_0^2 + \sigma,$$

σ étant un ensemble de termes petits relativement à Δ_0^2, qui constitue la partie principale de Δ^2; on remplace ensuite Δ par Δ_0. Par exemple, dans les théories des anciennes planètes, Δ_0 serait la distance des deux corps quand l'inclinaison mutuelle et les excentricités des orbites sont nulles.

» Le travail dont on s'occupe ensuite, et qui paraît nécessaire si l'on veut avoir les expressions des perturbations pour une époque arbitraire, a pour but le développement en séries trigonométriques de $\frac{1}{\Delta_0}$ et de ses puissances.

» La remarque que je veux faire consiste en ce que les intégrales qu'on aurait à considérer si l'on ne développait pas en séries les $\frac{1}{\Delta_0^5}$, savoir

$$\int \frac{\begin{matrix}\cos\\ \sin\end{matrix} n\xi\, d\xi}{\Delta_0^5},$$

où

$$\Delta_0^2 = 1 + \alpha^2 - 2\alpha\cos\xi$$

et n est un nombre incommensurable, peuvent s'obtenir d'une manière relativement facile lorsque les limites de l'intégrale, au lieu d'être quelconques, sont 0 et $2q\pi$ ou $-\pi$ et $(2q-1)\pi$, ayant, comme on voit, pour différence un multiple de 2π.

» Je remarque d'abord qu'une analyse toute semblable à celle qu'ont employée MM. Briot et Bouquet (*Fonctions elliptiques*, p. 147) conduit à ces deux résultats

$$\int_0^{2\pi} \frac{\cos n\xi\, d\xi}{\sqrt{1+\alpha^2-2\alpha\cos\xi}} = 4\alpha^n \cos n\pi \mathrm{I},$$

$$\int_0^{2\pi} \frac{\sin n\xi\, d\xi}{\sqrt{1+\alpha^2-2\alpha\cos\xi}} = 4\alpha^n \sin n\pi \mathrm{I};$$

n est un nombre positif quelconque; on a posé

$$\mathrm{I} = \cos n\pi \int_0^1 \frac{x^{2n}\, dx}{\sqrt{(1-x^2)(1-\alpha^2x^2)}} + \sin n\pi \int_1^{\frac{1}{\sqrt{\alpha}}} \frac{x^{2n}\, dx}{\sqrt{(x^2-1)(1-\alpha^2x^2)}}.$$

» Soit maintenant à calculer

$$A = \int_0^{2q\pi} \frac{\cos n\xi \, d\xi}{\sqrt{1 + \alpha^2 - 2\alpha\cos\xi}}, \qquad B = \int_0^{2q\pi} \frac{\sin n\xi \, d\xi}{\sqrt{1 + \alpha^2 - 2\alpha\cos\xi}};$$

chaque intégrale sera remplacée par une somme d'intégrales avec les limites o, 2π; 2π, 4π; ... et l'on trouvera

$$A = \frac{\sin 2qn\pi}{2\sin n\pi} I, \qquad B = \frac{1 - \cos 2qn\pi}{2\sin n\pi} I.$$

» Le fait à noter au point de vue du calcul numérique est la substitution de fonctions non périodiques aux fonctions périodiques dans les intégrales définies. Si n est entier, on tombe sur une formule donnée autrefois par Legendre.

» On a, de plus, l'identité

$$(2k-1)\int_0^{2\pi} \frac{\frac{\cos}{\sin} n\xi \, d\xi}{(1 + \alpha^2 - 2\alpha\cos\xi)^{k+\frac{1}{2}}}$$

$$= (2k-1)\int_0^{2\pi} \frac{\frac{\cos}{\sin} n\xi \, d\xi}{(1 + \alpha^2 - 2\alpha\cos\xi)^{k-\frac{1}{2}}} + \alpha \frac{d}{d\alpha}\int_0^{2\pi} \frac{\frac{\cos}{\sin} n\xi \, d\xi}{(1 + \alpha^2 - 2\alpha\cos\xi)^{k-\frac{1}{2}}}$$

qui peut servir au calcul des autres intégrales qu'on rencontre.

» Quelles sont les conséquences de ce qui précède?

» 1° On aura les valeurs des éléments de l'orbite troublée, pour une série, ou même plusieurs séries de valeurs de l'argument en progression arithmétique ; si l'on prenait, par exemple, à la place des limites o et $2q\pi$ des intégrales, $-\pi$ et $(2q-1)\pi$, on aurait une seconde série de valeurs. Les résultats trouvés renseigneront sur la variation des éléments ;

» 2° On aura en même temps les valeurs des constantes introduites par les intégrations, ce qui permettra de calculer les éléments moyens de l'orbite.

» J'indiquerai deux applications : l'une concerne le mouvement d'Hypérion troublé par Titan ; on a, dans ce cas, $\alpha = 0,825$. La seconde application offre, si je ne me trompe, un véritable intérêt pratique, et je me propose de la développer : il s'agit du calcul des éléments moyens des orbites des petites planètes, en partant d'une remarque due à M. Gyldén,

qu'on peut adopter une valeur moyenne de α pour une série de planètes, et se servir de Tables numériques constantes une fois pour toutes. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la distribution en latitude des phénomènes solaires pendant l'année* 1885. Note de M. P. TACCHINI.

« J'ai l'honneur d'adresser à l'Académie les résultats obtenus sur la distribution en latitude des différents phénomènes solaires, en 1885. En calculant la fréquence dans chaque zone de 10°, dans les deux hémisphères du Soleil, on trouve les nombres indiqués par le Tableau suivant :

Latitude.	Fréquence des taches.	des éruptions.	des facules.	des protubérances.
90° à +80°.....	0	0	0	0,001
80 +70.....	0	0	0	0,001
70 +60.....	0	0	0	0,007
60 +50.....	0	0	0,001	0,061
50 +40.....	0	0	0	0,079
40 +30.....	0	0	0,003	0,061
30 +20.....	0,012	0	0,034	0,100
20 +10.....	0,160	0,250	0,163	0,091
10 0.....	0,164	0,075	0,166	0,077
0 −10.....	0,307	0,275	0,275	0,088
10 −20.....	0,328	0,275	0,284	0,103
20 −30.....	0,025	0,075	0,067	0,131
30 −40.....	0,004	0,025	0,007	0,106
40 −50.....	0	0,025	0	0,065
50 −60.....	0	0	0	0,021
60 −70.....	0	0	0	0,003
70 −80.....	0	0	0	0,005
80 −90.....	0	0	0	0,001

» Les conclusions que nous pouvons en tirer sont les suivantes :

» 1° Les phénomènes solaires en 1885 ont été plus fréquents dans l'hémisphère austral du Soleil;

» 2° Tandis que les protubérances figurent dans chaque zone, les taches, les facules et les éruptions solaires se trouvent presque entièrement contenues entre l'équateur et ± 40°, car, à des latitudes supérieures, il n'y a qu'une éruption solaire et une facule;

» 3° Le maximum de fréquence des éruptions, des taches et des facules se manifeste dans la même zone de l'hémisphère austral;

» 4° Pour l'année 1885, on ne trouve pas de diminution marquée des phénomènes près de l'équateur; la diminution était prononcée en 1880, 1881 et 1882 : par conséquent, l'année 1885 doit être comprise dans la période de grande activité solaire, surtout pour ce qui concerne les protubérances;

» 5° Les zones où a eu lieu la plus grande fréquence de protubérances ne correspondent pas aux zones du maximum des autres phénomènes, qui restent à des latitudes plus bases;

» 6° La fréquence totale dans chaque hémisphère est représentée par les chiffres suivants :

	Nord.	Sud.
Protubérances...........	0,478	0,522
Facules.................	0,367	0,633
Taches..................	0,336	0,664
Éruptions...............	0,325	0,675

c'est-à-dire, qu'on a une fréquence presque double dans l'hémisphère austral, pour les facules, taches et éruptions, tandis que pour les protubérances on a une fréquence presque égale au nord et au sud de l'équateur, ce qui s'accorde avec leur présence dans toutes les zones.

» Enfin j'ajouterai que, en tenant compte du nombre absolu des éruptions solaires, je trouve que la fréquence des éruptions en 1885 a été plus petite qu'en 1884; c'est ce qui est également arrivé pour les taches solaires, ce qui montre la connexion entre les deux phénomènes, tandis que les protubérances ont été plus fréquentes dans des zones où il n'y avait pas de taches.

» *P. S.* — Les 9 et 10 mars courant, j'ai observé, au bord ouest du Soleil, des éruptions métalliques très singulières, dont la matière projetée et tout à fait éblouissante rendait comme continue et très vive une portion du spectre à partir de la raie C vers D, et l'apparence était celle d'une protubérance vue devant le spectre. J'en donnerai la description dans le prochain numéro des *Spettroscopisti italiani*. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie des diversités.* Note de M. LIPSCHITZ. (Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite.)

« Il y a quelques semaines, j'ai fait une observation sur la théorie des diversités, qui peut-être ne vous paraîtra pas sans intérêt. Considérons

une diversité de m variables réelles $\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_m$, dont chacune est contenue entre des limites fixes égales et de signes contraires, de manière qu'on ait

$$\begin{aligned} -s_1 &\leqq \xi_1 \leqq +s_1, \\ -s_2 &\leqq \xi_2 \leqq +s_2, \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ -s_m &\leqq \xi_m \leqq +s_m. \end{aligned}$$

» Cela étant, il est clair que le domaine de la diversité définie de l'ordre $m^{\text{ième}}$ est limité par un ensemble de diversités dont les ordres sont inférieurs. En effet, ces ordres s'étendent du nombre $m-1$ jusqu'au nombre zéro, si l'on désigne par l'ordre zéro les systèmes de valeurs isolés. Maintenant faisons une énumération complète des nombres de ces diversités, et dénotons par ε_{m-1} le nombre des diversités de l'ordre $m-1$, par ε_{m-2} le nombre des diversités de l'ordre $m-2$, et ainsi de suite jusqu'à ε_0, le nombre des diversités de l'ordre zéro. Alors on a les deux théorèmes, que la somme

$$\varepsilon_0 + \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \ldots + \varepsilon_{m-1},$$

est égale à la puissance $m^{\text{ième}}$ du nombre 3, diminuée de l'unité, et que la somme

$$\varepsilon_0 - \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \ldots + (-1)^{m-1}\varepsilon_{m-1}$$

est égale à zéro ou au nombre 2, selon que le nombre m est pair ou impair.

» En effet, le nombre ε_0 exprime combien de fois il peut arriver que chacune des variables $\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_m$ devient égale à l'une des deux limites respectives; il a donc la valeur 2^m. Ensuite le nombre ε_1 indique combien de fois $(m-1)$ des variables $\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_m$ deviennent égales à l'une des deux limites respectives; il est donc égal à $m.2^{m-1}$. Pareillement on trouve $\varepsilon_2 = \frac{m(m-1)}{2}2^{m-2}$, et ainsi de suite. En conséquence, on obtient les deux équations

$$\begin{aligned} &\varepsilon_0 + \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \ldots + \varepsilon_{m-1} \\ &\quad = 2^m + m.2^{m-1} + \frac{m(m-1)}{1.2}2^{m-2} + \ldots + m.2 = 3^m - 1, \\ &\varepsilon_0 - \varepsilon_1 + \varepsilon_2 \mp \ldots + (-1)^{m-1}\varepsilon_{m-1} \\ &\quad = 2^m - m.2^{m-1} + \frac{m(m-1)}{1.2}2^{m-2} \mp \ldots + (-1)m.2 = 1^m - (-1)^m, \end{aligned}$$

qui contiennent la démonstration des deux théorèmes énoncés. Pour les valeurs $m = 1, 2, 3$, les deux propositions rentrent en des faits géométriques d'une simplicité extrême. Au cas $m = 1$, la diversité définie est représentée par une distance, dont les deux extrémités donnent $\varepsilon_0 = 2$; au cas $m = 2$, la diversité est représentée par un rectangle, où $\varepsilon_0 = 4$ est le nombre des angles, $\varepsilon_1 = 4$ le nombre des côtés; au cas $m = 3$, la diversité est représentée par un parallélépipède, où $\varepsilon_0 = 8$ est le nombre des angles, $\varepsilon_1 = 12$ le nombre des arêtes, $\varepsilon_2 = 6$ le nombre des faces, et où le second théorème n'est autre chose que le théorème d'Euler $\varepsilon_0 - \varepsilon_1 + \varepsilon_2 = 2$. »

GÉOMÉTRIE. — *Construction des tangentes aux courbes planes et détermination du point où une droite mobile touche son enveloppe.* Note de M. **René Godefroy**, présentée par M. de Jonquières.

« Un segment variable de droite se déplace dans le plan, de façon que ses extrémités A et B décrivent deux courbes fixes *a* et *b*. Il varie en grandeur et en direction comme les rayons vecteurs égaux et parallèles d'une certaine courbe R. Pour chaque position de la droite, il existe une tangente de la courbe R, à l'extrémité du vecteur parallèle à cette droite. En réservant le nom de *direction de la tangente* à la parallèle à cette droite passant au point O où se rencontrent les tangentes en A et B, on a ce théorème :

» *Le point* M *où une position de la droite mobile touche son enveloppe et le point* N *où elle rencontre la direction de la tangente correspondante de la courbe* R *sont équidistants du milieu du segment* AB.

» On le démontre en partant de la formule de Newton. Le théorème se prête à la double détermination des tangentes aux courbes et du point où une droite touche son enveloppe.

» *Tangentes aux courbes.* — On a tout de suite les tangentes à ces courbes :

» 1° Trajectoire d'un point d'une droite dont on connaît les trajectoires de deux points.

» 2° Courbe dont les rayons ont même grandeur que les segments qu'interceptent sur eux deux courbes fixes (hyperbole, lemniscate de Bernoulli, cissoïde de Dioclès, strophoïde, etc.)

» *Point de contact d'une droite mobile et de son enveloppe.* — C'est surtout ici, et en particulier dans le problème des centres de courbure, qu'apparaît l'efficacité de la méthode. Voici les principales applications :

» Enveloppe d'une droite constante mobile entre deux courbes (¹), *centres de courbure* :

Sections coniques......	Courbe R.	Conique.	Triple solution.
Parabole..............	»	Ligne droite.	
Cycloïde..............	»	Circonférence.	

» Courbe d'ombre d'une surface de révolution, éclairée par des rayons parallèles sur un plan perpendiculaire à son axe. Ceci suppose connue la projection de la tangente de la courbe d'ombre propre sur le plan de l'ombre. La courbe R est la projection de la courbe d'ombre propre.

» Le problème, dans le cas général des rayons émanés d'un point, avait été résolu par M. Dunesme (*Comptes rendus*, 1857), au moyen d'un conoïde droit auxiliaire remplacé ensuite par un paraboloïde de raccordement.

» Lemniscate de Bernoulli : *Roulettes*. — Un calcul simple conduit à la construction de Savary pour les roulettes. On peut obtenir, en particulier, le rayon de courbure de la chaînette et le théorème de Delaunay sur la surface de révolution à courbure moyenne constante.

» Le théorème fondamental conduit aussi à une solution de ce problème :

» *Trouver le point de l'enveloppe d'une droite mobile divisée par trois courbes en segments dont le rapport demeure constant.*

» On a une triple solution par ce théorème :

» *Chaque segment de la droite mobile compris entre deux des courbes est divisé par son point de contact avec l'enveloppe, comme le segment de la tangente à la troisième courbe l'est par son propre point de contact.*

» Réciproquement, la construction de la tangente à l'une des courbes se déduit de la connaissance des tangentes aux deux autres et de l'enveloppe. Comme on le voit, ce théorème est en quelque sorte le corrélatif de celui, bien connu, par lequel M. Mannheim, au moyen des normales, a résolu cette question.

» Conséquences : *Ellipse épicycloïde*. — Un segment variable de droite se déplace entre deux courbes a et o, en restant tangent à a en son extrémité A. La connaissance de la loi du déplacement du segment conduit à la

(¹) M. Maurice d'Ocagne est arrivé à la construction que donne ce théorème pour un segment mobile dont la projection sur un axe fixe est constante (*Nouvelles Annales*, février 1886). Je signale ce résultat particulier, publié tout récemment.

détermination du centre de courbure de l'enveloppe, et réciproquement, par ce théorème :

» *Le centre de courbure et le point où la direction de la normale à la courbe auxiliaire rencontre la normale à a sont équidistants du milieu du segment de cette normale limité à la normale de o.*

» Application : *Cycloïde.* — On en déduit ce résultat pour *une droite mobile entre deux courbes* et divisée dans un rapport constant par son point de contact :

» *Le centre de courbure de l'enveloppe partage le segment de normale à cette courbe, intercepté entre les normales aux deux autres, dans le rapport constant des segments de la droite mobile.*

» Ce théorème n'est pas nouveau : c'est un cas particulier de celui de M. Mannheim sur la droite mobile entre trois courbes qui la partagent dans un rapport constant. Il s'applique aux courbes suivantes : parabole, hyperbole, développées de parabole, de chaînette et de lemniscate.

» Le dernier théorème, joint au premier, conduit à une solution de l'important problème du centre de courbure des *courbes podaires*, auxquelles se rattachent la cissoïde, la strophoïde, la lemniscate, les caustiques par réflexion, etc.

» Lorsqu'une normale à une courbe se trouve divisée par cette courbe et deux autres en segments dont le rapport est invariable, on trouve que *la direction de la tangente à la courbe auxiliaire partage la tangente à la courbe primitive comprise entre les tangentes aux deux autres, dans le rapport inverse des segments correspondants de la normale;* d'où résulte, par notre premier théorème, un moyen d'avoir le centre de courbure de la courbe.

» Cette méthode résout directement un grand nombre de problèmes que les procédés de M. Mannheim résolvent également par les normales. L'introduction, dans les méthodes de ce savant Géomètre, de la courbe R qui nous a servi, donnerait aux deux procédés une corrélation et une analogie plus marquées. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la détermination du coefficient de self-induction.* Note de M. **Ledeboer**, présentée par M. Lippmann.

« *Emploi du galvanomètre apériodique Deprez-d'Arsonval.* — Dans une précédente Communication, nous avons considéré le cas où l'on donne au circuit extérieur du galvanomètre Deprez-d'Arsonval une résistance telle

que le mouvement soit apériodique, mais précisément sur le point de devenir périodique.

» Dans ces conditions, on peut substituer à l'emploi du galvanomètre périodique le galvanomètre apériodique; la seule différence est l'introduction, dans la formule du galvanomètre balistique, du facteur e, base des logarithmes népériens.

» C'est ce qu'on peut faire, en particulier, pour la détermination du coefficient de self-induction, dans la méthode de Maxwell, telle qu'elle a été appliquée par lord Rayleigh (1).

» La formule qu'il s'agit d'appliquer devient, dans ces conditions,

$$L = r\frac{T}{\pi}\frac{\delta}{\alpha}e.$$

» La substitution du galvanomètre apériodique au galvanomètre périodique rend la méthode très pratique; car non seulement le galvanomètre apériodique n'est pas affecté par la présence d'aimants ou de courants même puissants, mais on évite, en même temps, tous les inconvénients dus à la persistance du mouvement de l'aiguille du galvanomètre.

» Lorsque la résistance de la bobine dont on détermine le coefficient de self-induction est faible, la méthode précédente a l'inconvénient que la résistance additionnelle r est très petite. Pour certaines bobines, dont nous nous sommes servi, la résistance était de $0^{\text{ohm}},2$ et la résistance additionnelle r de $0^{\text{ohm}},0025$ à $0^{\text{ohm}},0040$. Or il est difficile de déterminer exactement ces petites résistances, même en se servant de la méthode du pont double de Thomson.

» Dans ces cas, il est donc plus avantageux d'appliquer la formule directe

$$L = \frac{T}{\pi}\frac{i}{\alpha}e\frac{\delta}{I}\left[(R'+l'+g)\frac{R}{R'}+g\right],$$

dans laquelle $\frac{i}{\alpha}$ est la constante du galvanomètre dont la résistance totale est g; R, R', l, l' les résistances des quatre branches du pont; R celle de la bobine dont le coefficient de self-induction est L, avec $\frac{R}{R'} = \frac{l}{l'}$, le galvanomètre étant intercalé entre R et R' d'une part, et l et l' d'autre part.

» Nous donnons ci-joint quelques mesures, prises à l'aide de ces méthodes. On a mesuré le coefficient de self-induction de deux électro-aimants

(1) Lord Rayleigh, *Proc. Royal Society*, n° 213, p. 116; 1881.

de formes identiques, l'un étant enroulé de gros fil et l'autre de fil plus fin; le même système de noyaux de fer doux pouvait être introduit dans l'un ou l'autre de ces systèmes de bobines.

Électro-aimant à gros fil (résistance = $0^{ohm},234$).

		L sans fer.	L avec fer.
$r = 0^{ohm},0025$	galvanomètre Thomson....	$0,00084 \times 10^9$ cm	$0,0087 \times 10^9$ cm
$r = 0^{ohm},0040$	» apériodique.	0,00085 »	0,0088 »
Méthode directe	» .	0,00077 »	0,0086 »

Électro-aimant à fil fin (résistance = $6^{ohms},76$).

		L sans fer.	L avec fer.
$r = 0^{ohm},05$	galvanomètre Thomson......	$0,021 \times 10^9$ cm	$0,22 \times 10^9$ cm
$r = 0^{ohm},50$	» apériodique...	0,023 »	0,23 »
Méthode directe	» ...	0,023 »	0,23 » (1)

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Application du diagramme des couleurs à des expériences faites sur un daltonien* (2). Note de M. **R. Feret**, présentée par M. Cornu.

« On a vu, dans une Note précédente (p. 526) que, cinq couleurs quelconques étant données, on peut toujours combiner par rotation, d'une part, certaines d'entre elles, d'autre part, les couleurs restantes, et cela d'une seule manière, de telle sorte que la sensation de couleur résultante perçue par un œil normal soit la même dans les deux cas. Maxwell, qui avait vérifié cette loi, a cherché comment on devait en modifier l'énoncé pour le cas d'un œil daltonien. Il résulte de ses expériences que, quatre couleurs quelconques étant données, la personne examinée par lui confondait toujours, soit l'une d'elles avec une certaine combinaison rotative des trois autres, soit une certaine combinaison rotative de deux d'entre elles avec une certaine combinaison rotative des deux autres. En ne se servant que de six couleurs, Maxwell a donc pu faire autant d'expériences qu'on peut former de combinaisons distinctes de quatre de ces couleurs, c'est-à-dire quinze. Les angles qu'il a mesurés dans quatorze cas sont les suivants (3) :

---

(1) Ce travail a été exécuté au Laboratoire d'enseignement de la Faculté des Sciences.

(2) *Voir* deux Notes précédentes (*Comptes rendus*, p. 44 et 256 de ce Volume).

(3) *Philosophical Transactions*, t. CL, p. 82 (1860).

		2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.
Vermillon ...	0	0	0	0	0	−100	+ 47	−100	Non observé.	− 70	−100	+ 85	− 20	− 66	+100
Outremer....	0	+ 58	+ 32	+ 38	+ 32	0	0	0		+ 53	+ 8	+ 15	+ 39	+ 30	− 2
Vert.........	−100	0	−100	− 89	+ 68	0	−100	+ 20		0	0	0	− 80	+ 70	− 27
Noir.........	+ 45	− 69	0	− 11	− 60	+ 82	0	+ 77		0	+ 71	− 88	0	0	− 71
Blanc	+ 22	− 31	+ 12	0	− 40	+ 5	+ 22	0		− 30	0	− 12	0	− 34	0
Jaune	+ 33	+ 42	+ 56	+ 62	0	+ 13	+ 31	+ 3		+ 47	+ 21	0	+ 61	0	0

» Le diagramme dont je fais usage permet de représenter très nettement ces résultats.

» Quand on s'est donné les coordonnées des points représentatifs du blanc, du noir, de l'outremer et du vert de Maxwell, on peut déterminer, au moyen d'équations obtenues comme celles qui ont servi à former le Tableau III de la Note précitée, les projections des points représentatifs du vermillon et du jaune.

» Si, dans une épure de Géométrie descriptive représentant le diagramme, on construit graphiquement les projections des points correspondant aux couples de couleurs que le sujet de Maxwell confondait entre elles dans chacune des quatorze expériences, on constate que les directions de ces couples sont très sensiblement parallèles entre elles. D'ailleurs, l'une des couleurs résultantes étant la même dans certaines expériences (par exemple dans les expériences 6, 8, 11 et 15), tous les points correspondants représentent des couleurs qui sont identiques pour la personne examinée. Or ces points se trouvent sensiblement en ligne droite; on peut donc énoncer la loi suivante :

» *Toutes les couleurs qu'un œil daltonien confond entre elles ont leurs points représentatifs sur une même droite parallèle à une direction constante pour cet œil* (1). (Direction de confusion.)

---

(1) Maxwell avait déjà reconnu que les couleurs confondues par les daltoniens étaient, dans le plan de sa construction, situées sur les droites issues d'un même point. Ce résultat seul montre que la méthode que j'emploie pour la représentation des couleurs diffère de la sienne. On peut considérer le diagramme de Maxwell comme étant la représentation d'une figure de l'espace par la méthode des plans cotés et trouver des formules algébriques permettant de passer de l'un à l'autre des deux diagrammes. Si l'on choisit convenablement les sept paramètres arbitraires dont dépend le diagramme que je propose, les formules de transformation sont

$$x = \zeta\xi, \qquad y = \zeta\eta, \qquad z = 1 - \frac{\zeta}{3,57},$$

les coordonnées du point représentatif d'une couleur quelconque étant xyz dans ce diagramme et $\xi\eta\zeta$ dans celui de Maxwell.

Quand on les applique à la loi énoncée ci-dessus, on reconnaît que les lieux des

» Si cette loi est générale, toutes les sensations de couleurs qu'un œil daltonien est capable de percevoir pourront être représentées dans une construction plane. De plus, quand par le point représentatif du noir absolu on mènera une droite parallèle à la direction de confusion, ses points correspondront à des couleurs, toutes de même nuance, que le daltonien confondra avec le noir, et dont l'une quelconque pourra servir à caractériser son daltonisme. Enfin on pourra se poser diverses questions, telles que les suivantes :

» 1° La direction de confusion est-elle rigoureusement la même pour tous les daltoniens (abstraction faite des trois espèces de daltonisme généralement admises)?

» 2° Pour certains individus, moins complètement daltoniens que celui de Maxwell, la direction de confusion n'est-elle pas une direction pour laquelle les erreurs commises dans l'évaluation des écarts existant entre les différentes couleurs passeraient par un maximum?

» 3° L'infirmité des rares personnes que l'on cite comme ne distinguant entre toutes les couleurs que des différences de lumière et d'ombre n'est-elle pas la résultante de deux daltonismes relatifs à deux directions différentes, de sorte que les lieux des couleurs confondues par ces personnes soient des plans parallèles entre eux?

» Ce n'est qu'après de nombreuses expériences qu'on pourra répondre à ces questions. »

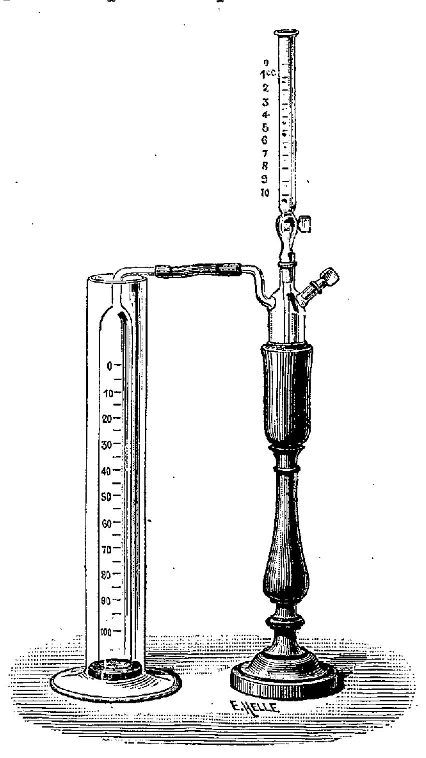
---

points qui, dans le diagramme de Maxwell, correspondent aux couleurs qu'un daltonien confond entre elles, sont des hyperboles équilatères, situées dans des plans verticaux et ayant une asymptote commune perpendiculaire au plan de la figure, et, par conséquent, se projettent bien sur ce plan suivant les droites passant par un même point.

On voit que la méthode que j'ai employée mène à un résultat plus simple. Une comparaison attentive des deux constructions montre qu'il en est de même dans d'autres cas. En particulier, le diagramme de Maxwell ne possède pas la propriété caractéristique de celui que je propose, à savoir, de permettre la composition des couleurs par la règle du parallélogramme. Pourtant il ne faudrait pas croire que le principe sur lequel repose ce dernier soit absolument nouveau. En effet, on le trouve exposé d'abord par Grassmann (*Poggendorff's Annalen*, t. LXXXIX, p. 78; 1853) (construction plane), puis par Maxwell lui-même (*Philosophical Transactions*, t. CL, p. 63; 1860). Mais aucun de ces deux auteurs ne paraît avoir prévu les avantages qu'il comporte, ni songé à en faire des applications.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur un nouvel appareil pour le dosage de l'eau oxygénée.* Note de M. **Maurice de Thierry**, présentée par M. Debray.

« Depuis sa découverte, par Thenard, en 1818, l'eau oxygénée, qui était restée dans le domaine de la Chimie pure, est devenue depuis quelque temps un produit industriel. On s'en sert non seulement dans les laboratoires et, comme l'avait proposé Thenard lui-même, à la restauration de vieux tableaux noircis peu à peu par l'acide sulfhydrique, mais encore industriellement et en grande quantité pour blanchir les plumes d'autruche,



la soie et pour changer la teinte des cheveux. L'eau oxygénée pure a, comme on sait, une densité de 1,452; elle dégage alors quatre cent soixante-quinze fois son volume de gaz oxygéné, mais celle du commerce est beaucoup moins concentrée et ne contient que cinq, six ou au plus vingt fois son volume de ce gaz. Comme, suivant son degré de concentration, elle est évidemment plus ou moins active, il est nécessaire, sinon in-

dispensable, de la titrer avant de l'employer. Pour cela, j'ai imaginé un appareil qui permet d'utiliser une excellente méthode de décomposition du bioxyde d'hydrogène, action du bioxyde de manganèse; et cela avec la plus grande facilité, l'opération pouvant être faite par une personne complètement étrangère aux manipulations chimiques. Cet appareil, mis en pratique depuis plus d'une année déjà, a donné les meilleurs résultats. En voici la description :

» Il se compose de deux parties principales : la première comprend un tube gradué en $\frac{1}{10}$ de centimètre cube pouvant contenir 10^{cc}, muni d'un robinet; ce tube s'adaptant sur un réservoir à trois tubulures, l'une bouchée à l'émeri permet l'introduction du réactif, la seconde reçoit le réservoir et enfin la troisième, d'un plus petit diamètre, donne issue aux gaz. C'est par elle que cette première partie de l'appareil, qui repose sur un support en bois, communique à l'aide d'un tube en caoutchouc avec la seconde partie qui se compose : d'une cloche à gaz tubulée de la capacité de 100^{cc} divisée en demi-centimètres cubes, d'une éprouvette à pied servant de cuve à eau et d'un thermomètre. On a joint à l'appareil, pour plus de commodité, un petit flacon bouché à l'émeri, destiné à mettre le bioxyde de manganèse porphyrisé.

» *Dosage de l'eau oxygénée.* — Pour doser l'oxygène contenu dans une eau oxygénée, on introduit, dans le réservoir, par la tubulure latérale, une petite pincée de bioxyde de manganèse pur porphyrisé (cette charge peut servir à plusieurs dosages), on bouche, puis on met dans le tube gradué une quantité quelconque d'eau oxygénée, par exemple 10^{cc}, on adapte la burette au réservoir, puis, la cuve étant remplie d'eau jusqu'à ce que ce liquide affleure au zéro de la cloche graduée qui s'y trouve plongée, on met en communication, à l'aide d'un tube en caoutchouc, les deux parties de l'appareil.

» Cela fait, on ouvre le robinet et on laisse couler une quantité quelconque d'eau oxygénée, par exemple 1^{cc}; au contact du bioxyde de manganèse, le bioxyde d'hydrogène est instantanément décomposé, tout son oxygène se dégage et passe dans la cloche graduée, on agite légèrement l'appareil pour faciliter la réaction; au bout de deux ou trois minutes, elle est terminée; alors on soulève légèrement la cloche jusqu'à ce que le niveau de l'eau qu'elle renferme coïncide avec le niveau de l'eau dans l'éprouvette; on note la division qui correspond au trait limitant le volume de gaz oxygène produit; on prend la température de l'eau de l'éprouvette, la pression barométrique et par un simple calcul on a la quantité d'oxygène contenue

dans l'eau oxygénée soumise à l'analyse. On doit avoir soin de tenir compte de la quantité de liquide introduit dans le réservoir. Dans cet exemple on y a laissé couler 1^{cc} d'eau oxygénée : c'est donc 1^{cc} d'air que l'on a déplacé et qui est passé dans la cloche en repoussant l'eau du trait du zéro au trait 1; il faut donc retrancher 1^{cc} du nombre de centimètres cubes de gaz indiqués sur la cloche. »

CHIMIE. — *Sur les séléniures de potassium et ceux de sodium*. Note de M. **Charles Fabre**, présentée par M. Berthelot [1].

« I. L'action de l'acide sélénhydrique gazeux agissant sur les solutions alcalines concentrées donne des séléniures nettement cristallisés. Pour obtenir ces corps à l'état de pureté, il est indispensable d'opérer à l'abri du contact de l'air; on y parvient en effectuant toutes les manipulations en présence d'un excès d'azote : la production continue de ce gaz à froid est devenue aujourd'hui des plus faciles, grâce à la disposition d'appareils imaginée par M. Berthelot; j'ai pu, par ce moyen, conserver et étudier les corps que j'avais préparés.

» 1° *Séléniure de sodium cristallisé:* NaSe, 16HO. — On fait passer un courant rapide d'acide sélénhydrique dans une solution de soude (1 partie de soude pour 4 parties d'eau). Si les appareils sont complètement purgés d'air, la liqueur reste incolore et ne tarde par à se remplir d'aiguilles cristallisées, qui atteignent parfois jusqu'à $0^m,03$ de longueur.

» Ces cristaux présentent la composition suivante :

	Trouvé.	Calculé.
Na	10,20	10,77
Se	19,12	18,51
16HO (par différence)	70,68	70,72
NaSe + 16HO	100,00	100,00

» Ils fondent dans leur eau de cristallisation à la température de 40° et donnent une solution incolore; sous l'influence de l'air, ils se transforment en carbonate de soude, sélénium réduit et sélénite de soude : ce dernier est en petite quantité.

» 2° *Séléniure de sodium :* NaSe, 9HO. — On le prépare comme le pré-

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Berthelot, au Collège de France.

cédent, en faisant agir l'acide sélénhydrique sur une solution de soude plus concentrée (3 parties de soude, 1 parties d'eau) et en opérant à basse température. Les cristaux incolores que l'on obtient ont donné à l'analyse les résultats suivants :

	Trouvé.	Calculé.
Na	16,18	16,03
Se	27,19	27,53
9HO (par différence)	56,63	56,45
NaSe + 9HO	100,00	100,00

» 3° *Séléniure de sodium :* NaSe, 4,5HO. — En traitant par l'hydrogène sélénié une solution concentrée de soude caustique, ou bien en ajoutant à une solution de l'un des sels précédents un excès de soude caustique solide, on obtient de fines aiguilles blanches qui, séchées dans un courant d'azote sec, présentent la composition suivante :

	Trouvé.	Calculé.
Na	23,19	22,33
Se	37,89	38,35
4,5HO	38,92	39,32
NaSe + 4,5HO	100,00	100,00

» 4° *Séléniure de sodium anhydre :* NaSe. — La préparation de ce corps présente des difficultés, à cause de l'attaque des vases dans lesquels se fait l'opération. On chauffe, dans un courant d'azote, le séléniure à $4^{éq},5$ d'eau ; la température ne doit pas dépasser 400°. Le corps obtenu est brun rougeâtre, lorsqu'il est à l'état de fusion ; il constitue à froid une masse blanche, extrêmement dure, d'apparence cristalline, déliquescente ; il renferme toujours des silicates et aluminates provenant de l'attaque des récipients dans lesquels il a été préparé. L'analyse de ce composé a donné :

	Trouvé.	Calculé.
Na	35,4	36,80
Se	60,2	63,20
NaSe	95,6	100,00

» Il m'a été impossible d'obtenir un produit plus pur.

» II. Séléniures de potassium. — J'ai préparé les séléniures de potassium en suivant les procédés indiqués pour les séléniures de sodium. Les corps obtenus ressemblent aux séléniures de sodium, mais sont plus alté-

rables; voici ceux que j'ai préparés. J'ai obtenu trois hydrates distincts :

» *Séléniure de potassium :* $KSe + 19HO$. — S'obtient en faisant agir l'acide sélénhydrique sur une solution de potasse (1 partie de potasse dans 5 parties d'eau). Les cristaux sont incolores et très altérables ; ils renferment :

	Trouvé.	Calculé.
K	15,57	15,66
Se	16,06	15,88
(19HO par différence	68,37	68,84
KSe19HO	100,00	100,00

» *Autre séléniure de potassium :* $KSe, 14HO$. — La préparation de ce composé s'effectue comme celle du précédent, mais en employant une solution de potasse un peu plus concentrée (1 partie d'eau, 3 parties de potasse). On obtient de longues aiguilles flexibles, qui présentent la composition suivante :

	Trouvé.	Calculé.
K	19,12	19,16
Se	19,40	19,36
14 HO	61,48 (par diff.)	61,48
KSe, 14HO	100,00	100,00

» *Autre séléniure de potassium :* $KSe, 9HO$. — Si l'on fait passer un courant d'acide sélénhydrique gazeux dans une solution de potasse très concentrée, les premières bulles de gaz produisent un *précipité blanc* qui ne tarde pas à se dissoudre; la liqueur s'échauffe et laisse reposer, par refroidissement, des cristaux incolores, composés de fines aiguilles, dont l'altérabilité au contact de l'air est extrême; ils sont cependant moins altérables que la solution qui les environne, et c'est ce qui permet de les sécher à la trompe dans un courant d'azote. Ils renferment :

	Trouvé.	Calculé.
K	24,85	24,45
Se	25,90	24,77
9 HO (par diff.)	49,25	50,78
KSe, 9HO	100,00	100,00

» *Séléniure de potassium anhydre :* KSe. — La déshydratation complète du séléniure cristallisé est fort difficile à obtenir, quelles que soient les précautions que l'on prenne, il est impossible d'éviter, pendant la fusion du

composé, qu'il ne se forme des silicates et aluminates alcalins. L'analyse a donné :

	Trouvé.	Calculé.
K	42,40	49,97
Se	51,38	50,03
K Se	93,78	100,00

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la formation et la dissociation des manganates de baryte et de strontiane.* Note de M. G. ROUSSEAU, présentée par M. Troost.

« J'ai montré précédemment que les manganates de baryte et de strontiane, soumis à des températures croissantes à partir du rouge sombre, subissent une dissociation qui atteint un maximum entre 1000° et 1100°. Cette limite est marquée par la formation d'un dimanganite $2MnO^2, RO$, qui, à une température plus élevée, rétrograde à l'état de monomanganite MnO^2, RO (1).

» Dans ces premières expériences, on n'avait pas dépassé le rouge-orange. En élevant la température jusqu'au rouge blanc, on voit le manganite MnO^2, RO disparaître à son tour; il passe au maximum d'oxydation et se transforme intégralement en manganate.

» Précisons les conditions de cette curieuse métamorphose. Soit d'abord le manganate de strontiane. C'est le produit qui se forme, en premier lieu, quand on chauffe, au dispositif n° 3 du four Forquignon et Leclercq, dans un creuset de platine découvert, un mélange de chlorure de strontium et de strontiane caustique additionné d'une petite quantité de chlorure de manganèse. Mais bientôt le manganate se dissocie en oxygène et manganite MnO^2, SrO, qui vient former une couronne de cristaux à la partie supérieure du bain. A ce moment, on recouvre le fourneau de son dôme (dispositif n° 4); la température atteint rapidement le rouge blanc, et, après une demi-heure ou trois quarts d'heure de chauffe, on ne retrouve plus trace des aiguilles noires de manganite. La masse, reprise par l'eau, ne laisse qu'un résidu vert-bleuâtre de manganate de strontiane, si l'on a réglé les orifices d'admission de l'air et du gaz de façon à produire une flamme fortement oxydante.

(1) *Comptes rendus*, séance du 22 février 1886.

» Les métamorphoses successives du manganate de baryte présentent un parallélisme complet avec celles du manganate de strontiane, mais elles s'effectuent à des températures un peu inférieures. Cette conclusion, qui ressort des faits récemment signalés, se trouve confirmée par les résultats de mes nouvelles expériences. En chauffant au dispositif n° 3 et en creuset découvert le mélange d'oxychlorure de baryum et de chlorure de manganèse, la dissociation devient insignifiante; après une calcination de trois heures, la masse, traitée par l'eau, a laissé un magma vert de manganate où l'on distinguait à peine quelques cristaux noirs de manganite dont le poids total ne s'élevait qu'à $0^{gr},015$. Au dispositif n° 4, après une heure de chauffe, le résidu était d'un vert pur. Il ne renfermait que du manganate MnO^3, BaO, ainsi que l'a montré l'analyse.

» En résumé, la décomposition des manganates alcalino-terreux dans un feu oxydant semble parcourir un cycle. A peu près nulle au rouge sombre, elle devient très sensible à la flamme du bec Bunsen, et le manganite produit correspond au type MnO^2, RO. A une température comprise entre la fusion de l'argent et celle du cuivre, la dissociation atteint un maximum qui correspond à la formation d'un dimanganite $2MnO^2, RO$. Plus haut, dans un intervalle compris entre la fusion du cuivre et celle de l'or, le manganite MnO^2, RO reparaît. Enfin, à une température encore plus élevée, ce composé reforme du manganate; cette rétrogradation s'accomplit vers 1500° pour le manganite de baryte, vers 1600° pour le manganite de strontiane.

» Mais la réalité des choses est plus complexe que cette apparence. Dans tous ces phénomènes il y a lieu de distinguer deux actions inverses. D'une part, le manganate se dissocie progressivement sous l'action de l'énergie calorifique, en donnant naissance à la variété de manganite stable dans les conditions de l'expérience. D'autre part, au contact de l'air, le manganite tend à se transformer en manganate, conformément au principe du travail maximum. Ces deux mécanismes étant simultanément à l'œuvre dans toute l'échelle des températures, depuis le rouge sombre jusqu'au rouge blanc, il en résulte une série d'équilibres entre le manganate, le manganite et l'oxygène atmosphérique. Jusque vers le rouge-orange, la dissociation l'emporte sur l'action chimique, et l'on voit apparaître une quantité notable de manganite; mais cette décomposition est limitée par la reproduction incessante de nouvelles doses de manganate dont la formation correspond au maximum thermique.

» Il est aisé de démontrer expérimentalement cette oxydation. En intro-

duisant du manganite de baryte ou de strontiane dans le chlorure ou le bromure correspondant maintenu en fusion à l'air libre, à tous les degrés de température, depuis le rouge sombre jusqu'au rouge blanc, on observe constamment la formation immédiate d'un manganate.

» Au rouge blanc, c'est l'énergie chimique qui devient prépondérante. Mais la dissociation, bien que non apparente dans les conditions où l'on opère, peut être rendue manifeste en chauffant le manganate à l'abri de l'air. L'expérience suivante est décisive : on a chauffé un mélange de 15gr d'oxychlorure de baryum et de 1gr de chlorure de manganèse pendant trois quarts d'heure, au dispositif n° 4, dans un creuset de platine ouvert et en flamme oxydante, de manière à tout transformer en manganate. Puis on a couvert le creuset, afin d'empêcher ou, tout au moins, de limiter l'accès de l'air; après avoir replacé le dôme du fourneau, on a continué à chauffer, avec la même flamme, pendant une demi-heure. La masse, reprise par l'eau, a laissé des cristaux microscopiques de manganite qu'on a pesés, après les avoir séparés par lévigation des flocons verts de manganite; leur poids atteignait 0gr,406 (1).

» L'anomalie signalée plus haut n'est donc qu'apparente. En réalité, la tension de dissociation du manganate croît avec la température, conformément à la loi générale des décompositions endothermiques et réversibles. Mais, en présence de l'air, le phénomène est masqué par le jeu antagoniste de l'action chimique. On a ainsi la clef du renversement des réactions. Tandis que la grandeur de la dissociation augmente régulièrement, la variation de la chaleur dégagée dans la formation du manganate, depuis le manganite et l'oxygène, suit une progression beaucoup plus rapide à partir du rouge vif; elle finit par atteindre une valeur telle que la quantité de manganate formée dans l'unité de temps devient supérieure à celle qui se décompose sous l'action de la chaleur; d'où résulte bientôt la disparition totale du manganite. Cette variation de la chaleur de combinaison est l'indice probable d'un accroissement corrélatif de la chaleur spécifique du manganite aux températures élevées. »

---

(1) C'est ce qui explique pourquoi, dans mes premières expériences, j'avais obtenu le manganite de baryte, en chauffant le manganate correspondant au dispositif n° 3 dans un creuset *couvert*, tandis qu'à la même température, en creuset découvert, l'emploi de la méthode générale n'en fournit que des traces.

CHIMIE. — *Sur les variations de solubilité de certains chlorures en présence de l'acide chlorhydrique.* Note de M. R. Engel, présentée par M. Friedel.

« On sait que l'acide chlorhydrique précipite un certain nombre de chlorures de leur solution aqueuse; mais la loi suivant laquelle cette précipitation a lieu n'est pas connue.

» J'ai déterminé les variations que subit la solubilité dans l'eau à 0° de divers chlorures métalliques sous l'influence de quantités croissantes d'acide chlorhydrique; cette étude m'a conduit à observer la loi *approchée* suivante: *La solubilité des chlorures que l'acide chlorhydrique précipite de leur solution aqueuse diminue, en présence de cet acide, d'une quantité correspondant sensiblement à un équivalent du chlorure pour chaque équivalent d'acide chlorhydrique en plus.* Cette loi est vraie tant que la solubilité du chlorure en liqueur acide n'a pas été diminuée de plus des trois quarts environ de la solubilité dans l'eau pure.

» Citons, comme premier exemple, les expériences faites sur le chlorure de baryum. Elles sont résumées dans le Tableau ci-dessous. Les chiffres indiquent: pour le chlorure de baryum, le nombre de demi-molécules ou d'équivalents (en milligrammes) que contiennent 10^{cc} du liquide; pour l'acide chlorhydrique, le nombre de molécules contenues dans la même quantité du liquide. Les densités des liquides analysés sont indiquées dans la colonne V. Elles permettent de calculer la solubilité du chlorure de baryum dans un poids donné d'eau, en présence d'un poids connu d'acide chlorhydrique. Tous les nombres qui figurent dans ce Tableau ont été obtenus en prenant la moyenne de trois analyses concordantes. Les liquides analysés sont restés pendant trois fois vingt-quatre heures dans la glace fondante, en présence d'un excès de chlorure de baryum maintenu à la partie supérieure du liquide. Un courant d'air, lent mais continu, assurait pendant tout ce temps le mélange des diverses couches.

I.	II.	III.	IV.	V.
	$BaCl^2$.	HCl.	Somme des équivalents.	Densités.
I..........	29,45	0	29,45	1250
II.........	27,8	1,1	28,9	1242
III.........	26,075	2,8	28,875	1228
IV.........	23,4	5	28,4	1210

I.	II.	III.	IV.	V.
	Ba Cl².	H Cl.	Somme des équivalents.	Densités.
V.........	14	14,36	28,36	1143
VI.........	10,2	18,775	28,975	1118
VII........	6,67	22,75	29,42	1099,5
VIII.......	2,74	32	34,74	1079
IX........	0,29	50,5	50,79	1088

» Comme on le voit, sauf pour les expériences VIII et IX, dans lesquelles la solubilité du chlorure de baryum est diminuée de plus des trois quarts, la somme des équivalents de chlorure de baryum et d'acide chlorhydrique est sensiblement constante et égale au nombre des équivalents de chlorure de baryum en solution dans l'eau pure à 0.

» Toutefois cette loi n'est qu'approchée, comme je l'indiquais au début de cette Note. Le phénomène est, en effet, continu, et les nombres qui représentent la somme des équivalents sont d'abord plus faibles que ne l'exigerait la loi que j'indique, puis plus forts.

» Je ne suis pas arrivé à représenter la courbe par une formule qui précise davantage la loi du phénomène. Dans tous les cas cette loi est différente de celle que j'ai indiquée pour les variations que subit la solubilité d'un sel sous l'influence d'un autre sel susceptible de se combiner avec le premier pour former un sel double.

» Les chlorures de sodium, d'ammonium, de strontium se comportent comme le chlorure de baryum. Leurs solubilités en présence de quantités croissantes d'acide chlorhydrique sont consignées dans les Tableaux suivants :

Solubilité du chlorure de sodium en présence d'acide chlorhydrique.

I.	II.	III.	IV.	V.
	Na Cl (mol.).	H Cl.	Somme des équivalents.	Densité.
I..........	53,5	1	54,5	1204,5
II.........	52,2	1,85	54,05	1202,5
III........	48,5	5,1	53,6	1196
IV........	44,0	9,275	53,275	1185
V.........	37,95	15,05	53,00	1172,5
VI........	23,5	30,75	54,25	1141
VII........	6,1	56,35	62,45	1119,5

Solubilité du chlorure d'ammonium en présence d'acide chlorhydrique.

I.	II. AzH^4Cl (mol.).	III. HCl.	IV. Somme des équivalents.	V. Densité.
I..........	46,125	0	46,125	1076
II.........	43,6	2,9	46,5	1069,5
III........	41,0	5,5	46,5	1070,5
IV........	39,15	7,85	47,00	1071,5
V.........	36,45	10,85	47,30	1073
VI........	27,37	21,4	48,77	1078
VII.......	10,875	53	63,875	1106
VIII.......	8,8	61	69,8	1114

» La solubilité du chlorure d'ammonium diminue un peu moins que celle des autres chlorures sous l'influence de l'acide chlorhydrique. Il résulte, en effet, des données du Tableau ci-dessus que la somme des équivalents de chlorure ammonique et d'acide chlorhydrique en solution augmente, dès le début, sans subir une diminution préalable. Le chlorure de strontium, dont la solubilité est voisine de celle du chlorure de sodium, se comporte tout à fait comme ce dernier sel, en présence de l'acide chlorhydrique. Je ne citerai que les quelques expériences suivantes :

I.	II. $SrCl^2$ ($\frac{1}{2}$ mol.).	III. HCl.	IV. Somme des équivalents.	V. Densité.
I..........	55	0	55	1334
II.........	48,2	6,1	54,3	1304,5
III........	41,25	12,75	54,00	1269,5
IV........	30,6	23,3	53,9	1220

» Dans une prochaine Communication, je donnerai les résultats de mes études sur les autres cas qui se présentent dans l'action de l'acide chlorhydrique sur les chlorures, notamment sur le cas où la solubilité du chlorure augmente sous l'influence de l'acide chlorhydrique. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur la séparation et le dosage du cuivre, du cadmium, du zinc, du nickel, etc.* Note de M. **Ad. Carnot**, présentée par M. Daubrée.

« Le cuivre, le cadmium, le zinc, le nickel ou le cobalt, le manganèse, le fer peuvent se rencontrer dans quelques minerais et dans un certain

nombre d'alliages industriels. Leur séparation successive offre d'assez grandes difficultés pratiques dans l'analyse, à cause de l'analogie de propriétés que présentent leurs sels.

» Les procédés de séparation que je vais exposer sont principalement fondés sur l'emploi de l'hyposulfite de soude ou d'ammoniaque et sur celui de l'hydrogène sulfuré dans des solutions acidifiées successivement par l'acide sulfurique ou l'acide chlorhydrique, par l'acide oxalique et enfin par l'acide acétique.

» La précipitation du cuivre par l'hyposulfite de soude dans une dissolution sulfurique bouillante a été, pour la première fois, recommandée par M. Flajolot (1) comme permettant de l'isoler du zinc ou du nickel. Beaucoup plus récemment, Vortmann (2) a constaté que le même réactif opère très exactement aussi la séparation du cuivre et du cadmium.

» Je m'en suis assuré, de mon côté, en me plaçant dans des conditions différentes, qui me semblaient préférables pour l'analyse, et en employant l'hyposulfite d'ammoniaque, qui a sur le sel de soude l'avantage de ne pas introduire d'alcali fixe.

» La dissolution contenant cuivre, cadmium et autres métaux, étendue à 200^{cc} ou 300^{cc}, est acidifiée par 10^{cc} ou 15^{cc} d'acide chlorhydrique, portée à l'ébullition et additionnée d'hyposulfite, qu'on verse par portions, jusqu'à ce que le précipité, au lieu de devenir aussitôt brun foncé par formation de sulfure de cuivre, reste quelque temps blanc et laiteux par le soufre libre. Lorsque la liqueur s'est éclaircie à l'ébullition, on reçoit sur un filtre le précipité, qui renferme tout le cuivre à l'état de sulfure Cu^2S; on sèche, brûle le filtre, mêle avec du soufre en poudre et calcine dans un petit creuset traversé par un courant d'hydrogène sec (appareil de H. Rose). On pèse le sulfure Cu^2S, contenant 79,87 pour 100 de cuivre. Le cadmium, à son tour, peut être précipité par l'hydrogène sulfuré ou par le sulfhydrate d'ammoniaque.

» La séparation du cadmium et du zinc se fait très exactement par une opération analogue, mais en ayant soin que la solution ne contienne pas d'autre acide libre que l'acide oxalique et en prenant les précautions nécessaires pour que les précipités de sulfures ne soient pas mélangés d'oxalates.

» On doit observer, à cet effet, que le zinc est précipité à l'état d'oxa-

(1) *Annales de Chimie et de Physique;* 1853.
(2) *Zeitschrift für analytische Chemie;* 1881.

late simple, peu soluble dans le sel ammoniac, tandis que le cadmium forme, en présence de l'ammoniaque, un oxalate double, qui se dissout assez aisément dans le même réactif.

» En ajoutant, d'avance, environ 10 parties de sel ammoniac pour 1 partie de métal, on pourra empêcher complètement la précipitation du cadmium par l'acide oxalique ou par l'oxalate d'ammoniaque.

» Dès lors, l'opération peut être ainsi conduite, quelles que soient les proportions relatives de zinc et de cadmium :

» La dissolution, supposée acide et peu étendue, est neutralisée exactement par l'ammoniaque; on y ajoutera un excès de sel ammoniac et ensuite 2^{gr} environ d'acide oxalique en dissolution, puis on portera à l'ébullition pendant quelques minutes. Si le zinc est en quantité notable et donne naissance à un dépôt cristallin d'oxalate, on le séparera par décantation et on le lavera avec une solution chaude de sel ammoniac. S'il est en quantité très faible, il pourra n'y avoir aucun dépôt à séparer.

» La dissolution, contenant tout le cadmium et un peu de zinc, étendue à 200 ou 250^{cc} et portée à l'ébullition, ne doit donner aucun précipité nouveau. On y verse alors, en une ou plusieurs fois, l'hyposulfite de soude ou d'ammoniaque, on acidifie de nouveau, au besoin, par l'acide oxalique, et l'on maintient l'ébullition aussi longtemps que le précipité orangé de sulfure de cadmium paraît augmenter.

» Chaque nouvelle addition de réactif donne d'abord naissance à un précipité blanc laiteux de soufre, qui se transforme peu à peu en précipité orangé. On s'assure que la précipitation est achevée, en décantant sur un filtre une partie de la liqueur, ajoutant un peu d'hyposulfite et d'acide oxalique et soumettant de nouveau à l'ébullition, qui ne doit donner qu'un trouble blanc et ensuite un dépôt jaune clair de soufre.

» Le sulfure de cadmium ainsi formé est dense, peu volumineux, facile à laver par décantation et complètement exempt de zinc. On le redissout sur le filtre et dans la fiole par l'acide azotique étendu et bouillant, on évapore la liqueur à sec dans un petit creuset taré, on reprend par un peu d'acide sulfurique étendu, on évapore de nouveau, calcine au-dessous du rouge et pèse le sulfate de cadmium $SO^3 CdO$, qui renferme 53,84 pour 100 du métal.

» Le zinc se trouve en entier dans la solution oxalique et dans le premier dépôt cristallin. Celui-ci est calciné à part et transformé en oxyde de zinc. Quant à la solution, on y précipite le zinc par un courant d'hydrogène sulfuré. La blancheur du précipité atteste que la liqueur ne renfermait plus aucune trace de cadmium. On filtre, sèche, brûle le filtre et calcine le tout

dans un petit creuset de Rose traversé par un courant d'hydrogène sulfuré sec, comme je l'ai indiqué dans une précédente Communication. Le sulfure de zinc, le sulfate qui a pu se former pendant la combustion du filtre et l'oxyde provenant de la décomposition de l'oxalate sont entièrement ramenés à l'état de sulfure. On pèse ce sulfure ZnS, qui renferme 67,13 pour 100 de zinc.

» Je demande la permission de remettre à une Note prochaine l'exposé des procédés de séparation des autres métaux et l'indication des résultats numériques obtenus. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur l'existence des éléments du sucre de lait dans les plantes.* Note de M. **A. Müntz**, présentée par M. Pasteur.

« Le sucre de lait, que contient en abondance le lait des herbivores, n'a été signalé dans les plantes que très exceptionnellement ([1]) et, dans l'état actuel de nos connaissances, nous ne voyons pas, dans les éléments végétaux, les éléments constitutifs de ce sucre ([2]). Il semblerait donc que ces animaux peuvent, dans la période de lactation, opérer, dans leurs organes mêmes, la formation de ce corps, par une synthèse peu conforme à l'allure générale des transformations de la physiologie animale, qui tendent à ramener à l'état de composés plus simples les matériaux complexes que les végétaux ont élaborés. Si, en effet, nous considérons le sucre de lait au point de vue de sa constitution chimique, nous voyons que sa molécule est relativement complexe; il est bien différent du glucose, que nous ne pouvons pas dédoubler, et il se sépare, sous l'influence d'agents chimiques, en deux substances d'une constitution moléculaire très différente : le galactose et le glucose. Il est important d'insister sur cette différence de leurs molécules fondamentales; le galactose donne par son oxydation de l'acide mucique, le glucose de l'acide saccharique; le galactose par l'action de l'hydrogène naissant donne de la dulcite, le glucose de la mannite. Dans l'état actuel de nos connaissances, nous ne pouvons pas concevoir, encore moins réaliser, une transformation de ces deux sucres l'un dans l'autre. Dès l'année 1856, M. Pasteur avait montré la différence qui existe entre le glucose et le produit d'inversion du sucre de lait.

([1]) G. Bouchardat (dans le fruit du Sapotillier).

([2]) Sauf le cas de la galactine, que j'ai signalé à l'origine de ces recherches.

» Les plantes fournissent en abondance l'un des constituants du sucre de lait, le glucose, soit en nature, soit à l'état d'amidon, de cellulose, etc., qui donnent naissance à du glucose; mais on n'y a pas encore constaté le galactose ou quelque composé qui puisse lui donner naissance. Nous serions donc conduits à admettre que c'est dans l'organisme animal que se produit la formation du galactose, par une synthèse dont le mécanisme nous échappe complètement.

» Mais si, en cherchant de plus près dans les plantes, nous y trouvons le galactose libre ou à l'état de combinaison complexe et que nous constations ainsi que les éléments du sucre de lait existent dans l'aliment végétal ingéré, serons-nous en droit d'affirmer que le sucre que nous trouvons dans le lait vient directement de l'union, au sein de l'organisme animal, des molécules fondamentales, glucose et galactose, préexistants dans le fourrage? C'est là une question que je n'aborde pas ici, mais qui entre dans le plan du travail dont j'expose la première Partie.

» Je montrerai d'abord que les éléments du sucre de lait que sécrètent les glandes mammaires des herbivores existent en abondance dans les aliments végétaux. Pour le glucose, la démonstration est toute faite, et je ne m'y arrêterai pas. Il n'en est pas de même du galactose qui n'est pas signalé dans les plantes, ni dans les produits de dédoublement des substances végétales.

» Il convient d'abord de définir chimiquement le galactose du sucre de lait, qui doit servir de type. Il est facile à caractériser par son pouvoir rotatoire spécifique (+ 80°,0), son point de fusion (167°), sa propriété de donner par l'oxydation une grande quantité d'acide mucique et par quelques autres réactions.

» Je me suis attaché à rechercher si les substances d'origine végétale, qui donnent de l'acide mucique [1] par l'action de l'acide azotique, contiennent ce galactose dans les produits de leur dédoublement, et j'ai examiné à ce point de vue un grand nombre de gommes, de principes mucilagineux plus ou moins définis et les composés pectiques. En même temps j'ai cherché quelle est la diffusion de ces diverses matières dans les végétaux et principalement dans les parties alimentaires et j'ai déterminé dans quelle proportion ils sont ingérés par les herbivores dans la période de lactation.

» Les substances sur lesquelles j'ai opéré ont été isolées et purifiées,

(1) Dubrunfaut avait entrevu une parenté entre le sucre de lait et la gomme.

puis traitées à 100°, pendant quelques heures, par de l'acide sulfurique très dilué. Des produits de dédoublement on a extrait les matières sucrées et on les a laissé cristalliser.

» Je commencerai par l'étude des gommes, dont il existe plusieurs espèces, plus ou moins nettement définies, formant une famille naturelle caractérisée par des fonctions chimiques identiques et des propriétés physiques peu différentes.

» La gomme qui peut servir de type et qui a été le mieux étudiée est la gomme arabique, provenant d'arbres de la famille des Légumineuses. Lorsqu'on la saccharifie à chaud, par l'acide sulfurique étendu, elle donne une substance sucrée, cristallisable, ayant de l'analogie avec le glucose et à laquelle on a donné le nom d'*arabinose*.

» J'ai comparé l'arabinose de la gomme arabique vraie au galactose du sucre de lait et j'ai constaté que ces deux corps avaient les mêmes caractères physiques et chimiques; par exemple :

	Pouvoir rotatoire.	Point de fusion.
Galactose du sucre de lait....	+ 80,0	167°
Arabinose de la gomme......	+ 80,0	167°

» Avec les deux on obtient une production abondante d'acide mucique, etc.

» Le galactose et l'arabinose sont donc identiques et le nom du dernier, comme ne répondant pas à une conception aussi générale que celui de galactose, doit disparaître de la nomenclature chimique ([1]).

» Toutes les autres gommes commerciales d'origines diverses, ainsi que celles que j'ai prélevées sur des fruits, sur des troncs d'arbres, ou que j'ai extraites de plantes très diverses, m'ont constamment donné, par leur dédoublement au moyen d'un acide, le galactose proprement dit, identique avec celui du sucre de lait.

» Il en a été ainsi pour les matières mucilagineuses diverses, caractérisées par la propriété de se gonfler dans l'eau, sans former de solution proprement dite; elles ont toujours donné naissance, dans les mêmes conditions, à du galactose. J'ai examiné à ce point de vue les mucilages du gui, des fucus, du lichen d'Islande, de la colle du Japon.

([1]) Killiani avait annoncé cette identité (*Deutsch. Chem. Gesellsch.*, t. XI, p. 2304), mais elle a été niée par Cleasson, *ibid.*, t. XIV, p. 1270.

» Les corps pectiques également, soumis à l'action prolongée des acides étendus, ont produit du galactose. J'ai opéré sur la pectine des carottes, sur celles des poires blettes, préparées et purifiées d'après les procédés indiqués par M. Fremy dans son grand travail sur la maturation des fruits.

» Dans tous les cas précités, le galactose a pu être extrait à l'état cristallisé et amené à un état de pureté complète; mais son extraction est quelquefois très difficile; pour plusieurs produits, j'ai dû attendre quelques années avant d'obtenir la cristallisation qui, seule, permettait de le retirer du mélange complexe dans lequel il était engagé.

» Ces recherches montrent que les éléments du sucre de lait existent en abondance dans les plantes et que les produits végétaux qui peuvent donner naissance à du galactose sont en très grand nombre. »

CRISTALLOCHIMIE. — *Sur le dédoublement des racémates sodico-ammonique et sodico-potassique*. Note de M. G. **Wyrouboff**, présentée par M. Friedel.

« Dans une Communication faite à la séance de l'Académie du 22 février, M. Bichat donne une explication nouvelle de la cause du dédoublement du racémate sodico-ammonique et annonce qu'il se propose de rechercher la raison du non-dédoublement de la plupart des racémates connus. Je crois devoir faire observer que j'ai publié sur ce sujet, dans le *Bulletin de la Société chimique* (1), quelques pages qui me paraissent résoudre la question sans faire intervenir aucune espèce d'hypothèse.

» M. Bichat annonce qu'une solution saturée du racémate sodico-ammonique, enfermée dans des tubes scellés et refroidie à des températures variant de $+20°$ à $-4°$, dépose le sel non dédoublé ou les parties constituantes du sel double, c'est-à-dire le racémate d'ammoniaque et le racémate de soude. Cela pouvait être prévu *a priori*. On sait, en effet, avec quelle extrême facilité se sursaturent les sels de Seignette, tandis que le racémate sodico-ammonique $C^4H^4O^6(AzH^4)^2 1 H^2O$, que j'appellerai *sel de Scacchi*, du nom du savant qui l'a le premier préparé et décrit, ne se sursature à aucun degré; dans les tubes fermés, ce dernier sel est donc le seul à se déposer, jusqu'à la température à laquelle la différence de solubilité de ses deux composants devient telle, qu'on n'obtient plus le sel double et qu'on n'a plus que du racémate d'ammoniaque

(1) T. XLV, p. 52.

et du racémate de soude. M. Bichat s'est par conséquent mis dans des conditions très favorables à la production du sel de Scacchi, mais non démonstratives en ce qui concerne la théorie des germes : il eût fallu désursaturer d'abord la solution enfermée dans les tubes, en y introduisant un cristal de sel de Seignette.

» On serait tenté d'objecter que, dans ces conditions, le dédoublement aura toujours lieu; mais c'est ce qui n'est pas et ce qui démontre l'insuffisance de l'explication donnée. Lorsqu'on sature vers 45°-50° une solution de racémate sodico-ammonique et qu'on la refroidit dans des tubes privés de germes, à une température qui ne soit pas inférieure à 30°, on a beau y mettre des cristaux de sel de Seignette, *elle ne donne jamais que le sel de Scacchi.*

» M. Bichat annonce également qu'une solution cristallisant à l'air libre, soumise ainsi à l'action de ce qu'il appelle des germes inorganiques, c'est-à-dire des parcelles de cristaux répandues dans l'atmosphère du laboratoire, dépose toujours les deux tartrates. Cela est également très exact, à la condition d'ajouter ces mots : *au-dessous de* 28°; car, au-dessus de cette température, on n'obtient jamais que du racémate. J'ai même montré, et l'expérience est bien facile à répéter, que c'est en cristallisant par évaporation à l'air libre, sans s'inquiéter le moins du monde des poussières qui flottent dans l'air ambiant, qu'on obtient le plus facilement et le plus sûrement le sel de Scacchi. En opérant dans une étuve dont on peut régler exactement la température, on obtient de 26° à 28° les tartrates et de 28° à 30° le racémate non dédoublé. En variant avec précaution la température entre ces limites de 26° à 30°, il est extrêmement facile d'obtenir dans un même cristallisoir, au bout de un jour ou deux, des cristaux des tartrates et des cristaux du racémate accolés les uns aux autres.

» On voit ainsi que, dans la cristallisation par évaporation comme dans l'expérience de M. Bichat, c'est la température seule qui règle le phénomène du dédoublement, qui ne dépend, en dernière analyse, que de la solubilité relative des tartrates et des racémates.

» Ce qui achève de le démontrer, c'est l'existence du racémate sodico-potassique $C^4H^4O^6, 3H^2O$, que M. Bichat ne décrit point et qu'il eût difficilement obtenu dans les conditions dans lesquelles il s'est placé, car ce sel possède, lui aussi, une grande tendance à se sursaturer et il se sépare, de plus, aisément, en ses éléments constituants. On l'obtient pourtant, comme je l'ai montré, en très beaux cristaux, dans des conditions précises de température.

» En résumé :

» 1° Les germes inorganiques que M. Bichat fait intervenir ne jouent pas un autre rôle que celui de désursaturer les solutions susceptibles de se sursaturer; leur action est nulle lorsqu'on se met à l'abri de la sursaturation, en opérant à vase ouvert ou en faisant cristalliser par refroidissement en tubes fermés à une température à laquelle les tartrates, même sursaturés, sont moins solubles que le racémate.

» 2° Dans le cas du sel sodico-potassique on peut, suivant la température, provoquer, par l'introduction d'un cristal du sel correspondant, la cristallisation du racémate ou du tartrate.

» 3° Le dédoublement des racémates sodico-ammonique et sodico-potassique est donc une simple question de solubilité, qui est elle-même fonction de la température. »

ZOOLOGIE. — *Du siège de la gustation chez les Insectes coléoptères.* Note de M. J. Gazagnaire, présentée par M. Blanchard.

« Meinert (1860), Forel (1874 et 1884), Wolf (1875) ont signalé des organites gustatifs dans les Hyménoptères. J. Künckel et J. Gazagnaire ont décrit les organes percepteurs du goût et localisé le siège de la fonction chez les Diptères ([1]). F. Will (1885) limite les régions gustatives de certains Hyménoptères.

» J'ai étudié les Coléoptères, principalement la famille des *Dyticidæ*, qui possèdent des organes bien différenciés.

» A l'entrée du tube digestif, sur la face ventrale du labre, au niveau de son bord postérieur, se montre, de chaque côté, un *renflement* conique, dont le sommet porte un petit *bouton* chitineux faisant saillie dans la cavité buccale.

» Les *boutons* cylindriques, arrondis à leur extrémité libre, légèrement renflée, se dirigent en haut, en dehors, en arrière, sans que ces extrémités se rencontrent sur la ligne médiane. Ces organes sont représentés dans l'Ouvrage classique de J. C. Schiödte ([2]).

» Ces *boutons* sont creux. Leur surface extérieure montre des poils trans-

---

([1]) Brullé leur attribue une valeur morphologique.

([2]) J. Künckel et J. Gazagnaire, *Du siège de la gustation chez les Insectes diptères*, (*Comptes rendus*, t. XCV, p. 347-350; 1881).

formés, au nombre d'environ vingt-cinq sur le *contour interne*, de six à huit sur le contour externe ; ceux-ci groupés à l'extrémité du *bouton*. Ces poils, d'apparence hyaline, sont munis d'un canal central, légèrement renflés au centre et plus atténués à leur extrémité qu'à leur base, en rapport avec les conduits creusés dans la paroi épaisse du *bouton* chitineux. A la coupe optique, ces conduits, obliques de bas en haut, se montrent comme deux troncs de cône creux communiquants, réunis par leur sommet, avec bourrelet interne, à ce niveau et ouverts aux deux extrémités. La base du cône extérieur est la plus large ; celle du cône intérieur, plus petite, débouche dans la cavité centrale du *bouton*. Le poil hyalin, par sa base, s'articule sur une petite saillie circulaire du bourrelet interne, au centre du cône creux extérieur, et son extrémité fait légèrement saillie en dehors. Point important : *à la base du poil, à sa périphérie, dans le fond du cône extérieur s'ouvrent, en nombre variable, des canalicules chitineux* (jusqu'à six). Ces fins conduits, disposés en dehors et autour du cône intérieur, sont les canalicules excréteurs de glandes unicellulaires ayant la même structure que les glandes des *Porenkanäle* de Leydig. Tous les canalicules se groupent en un faisceau central qui émerge de la base du *bouton*, se dissocie bientôt, chaque canalicule se rendant à une glande unicellulaire. Aucune glande ne se trouve dans la cavité centrale du *bouton*.

» *Le poil est manifestement lubrifié.*

» Le tronc de cône creux intérieur contient le cylindre-axe de la cellule nerveuse que je n'ai pu encore isoler nettement. J'ai suivi la branche du nerf du labre jusqu'à la base du *bouton*, dans lequel j'ai vu pénétrer, avec le faisceau des canalicules excréteurs et quelques fines trachées, au moins cinq ramuscules nerveux.

» Sur chaque *renflement*, en arrière et en dehors du *bouton*, existe un groupe de fossettes (80 à 90) formées par un léger soulèvement chitineux de la paroi pharyngienne. Chaque fossette est munie, dans son fond, d'un cadre chitineux dont le centre est occupé par un petit poil hyalin, très court, à extrémité plus ou moins arrondie, qui émerge à peine au dehors. Les poils les plus externes du groupe sont de beaucoup les plus longs. Ces poils sont en rapport avec les cellules nerveuses dont le cylindre-axe occupe le canal creusé au-dessous d'eux dans l'épaisseur de la couche chitineuse. Entre les fossettes, rarement dedans, s'ouvrent de nombreux canalicules chitineux, isolés ou groupés, venant de glandes unicellulaires, dont la sécrétion bubrifie toute la surface du *renflement*.

» Les deux muscles du labre ont une action plus directe sur les *renfle-*

ments que sur le *labre*. Leurs fibres insérées entre les fossettes gustatives (point mobile) déterminent, à la volonté de l'animal, le changement de direction, la saillie, la rétraction des *renflements* et des *boutons*, condition excellente pour tâter et goûter.

» Quelques poils transformés, plus ou moins semblables à ceux des *boutons* chitineux, se montrent de chaque côté, sur le bord antérieur du labre. Ils sont plus nombreux sur la ligne médiane, dans l'espace triangulaire ventral, enfouis au milieu d'une épaisse touffe de poils tactiles. C'est la disposition des *Dyticidæ* à labre fortement chitinisé. Chez eux, dans cette région, la fonction tactile semble prédominer sur la fonction gustative. Dans les espèces, au contraire, dont le labre est de structure plus délicate, peu chitinisé (*Hydroporini*), la paroi ventrale du labre, dans son bord antérieur principalement, localise en partie la fonction gustative.

» Les autres appendices buccaux, pourvus de poils nombreux, de forme variable, ne jouissent que d'une propriété tactile, comme semblent le prouver les expériences consciencieuses du professeur F. Plateau.

» La description donnée se rapporte au *Dyticus marginalis* Lin. adulte; ces organes ne se rencontrent point chez la nymphe. Cette disposition anatomique est générale et caractéristique de la famille des *Dyticidæ*. Je l'ai constatée sur les genres de la faune parisienne (15 sur 16), ainsi que sur un certain nombre d'espèces exotiques. Dans les *Hydroporini* (*Dyticidæ*) les *boutons* chitineux tendent à disparaître. Ils se fondent avec les *renflements* dans la famille des *Haliplidæ*, et leurs poils gustatifs se mêlent aux poils gustatifs des *renflements*. Dans la famille des *Gyrinidæ* même tendance, mais les poils gustatifs sont de beaucoup plus nombreux et groupés d'une façon spéciale à la famille. Cette disposition se généralise chez les Coléoptères, et les organes de cette région, comme ceux du labre, ne subissent plus que des modifications morphologiques portant surtout sur leur mode de groupement.

» En résumé, chez les *Dyticidæ*, les *renflements* avec poils transformés, portant des *boutons* chitineux couverts de poils spéciaux sur *leur contour interne principalement*, en rapport avec des muscles qui leur donnent une mobilité permanente, avec des glandes qui les lubrifient, avec des nerfs nombreux, *sont naturellement désignés comme détenant la fonction de tâter, de différencier, de goûter*.

» Chez les Coléoptères, je localise le siège de la gustation dans la région antérieure de la paroi dorsale du pharynx (*labre, epistome; branches gustatives du nerf du labre*).

» Je donne le *groupement des poils gustatifs comme fournissant un caractère zoologique de famille* et je le signale dans les familles des *Carabidæ, Haliplidæ, Dyticidæ, Gyrinidæ, Hydrophilidæ.* »

ZOOLOGIE. — *Sur le labre des Hyménoptères.* Note de M. **Joannes Chatin**, présentée par M. Blanchard.

« L'étude du labre des Hyménoptères n'ajoute pas seulement quelques faits nouveaux à l'histoire anatomique de ces insectes, elle permet aussi d'apprécier exactement l'origine et la valeur morphologique d'un organe dont la véritable signification a été diversement interprétée; mais, pour cette lèvre supérieure comme pour la lèvre inférieure, les mâchoires, etc., il est nécessaire de multiplier les sujets d'observations et de ne pas limiter les recherches au type des *Apis,* comme on l'a fait trop souvent.

» Sous sa forme la plus simple, le labre se montre comme une petite plaque cornée, échancrée en son milieu et bordée de longs poils très rapprochés. Les *Larra* peuvent être cités au premier rang des genres, d'ailleurs nombreux, qui offrent une lèvre supérieure ainsi conformée.

» L'organe se modifie déjà chez les *Celonites :* une pièce basilaire assure son insertion et porte une pièce antérieure dont la face libre offre une profonde excavation médiane qui affirme nettement une dualité originelle sur laquelle j'aurai bientôt à insister tout particulièrement. Dans son ensemble, ce labre rappelle assez bien celui de divers Coléoptères (Carabes, etc.).

» Chez les Eumènes, la lèvre supérieure est en général très apparente, épaisse et de consistance molle. Non seulement elle offre une échancrure semblable à celle qui vient d'être signalée sur les types précédents, mais elle présente une suture axile des plus évidentes.

» Le labre des *Megachile* s'insère par une partie basilaire sur laquelle se fixe une petite pièce cordiforme, enchâssée elle-même dans une plus grande pièce qui s'avance antérieurement sous l'aspect d'une large plaque cornée.

» La complexité de l'organe s'accentue mieux encore chez l'*Enoplus variegatus :* la lèvre supérieure ne s'y montre pas seulement formée d'une pièce basilaire et d'une pièce antérieure; celle-ci porte encore deux petits tubercules coniques qui, par leur situation, leur insertion et leurs rapports, semblent représenter les intermaxillaires qui se montrent assez sou-

vent sur le labre des Insectes broyeurs. Dès lors, ne serait-ce pas à ces intermaxillaires, plus développés et soudés l'un à l'autre, qu'il conviendrait de rapporter la petite pièce médiane et cordiforme des Mégachiles?

» La disposition propre à ceux-ci se retrouve chez les *Scolia*, tandis que chez les *Bembex* le labre porte deux petites cornes apicilaires qui rappellent les tubercules saillants de l'*Enoplus variegatus* et paraissent offrir la même signification.

» Chez les *Formica, Pepsis, Sphex*, etc., le labre est plus simple; mais on y remarque toujours, soit une échancrure médiane, soit une suture axile.

» Le labre des Xylocopes se montre encore nettement formé de deux parties unies sur la ligne axile; comme dans la plupart des types précédents, il est couvert d'un épais revêtement pileux.

» Très allongé transversalement, portant également de nombreux poils, le labre de l'*Apis mellifica* offre en son milieu une légère dépression qui se retrouve chez les Euglosses.

» Cette dépression devient une large et profonde scissure chez les *Perilampe* dont la lèvre supérieure se trouve ainsi divisée en deux lobes, sur lesquels s'élèvent de nombreux aiguillons.

» La forme générale du labre se modifie tout différemment chez les *Sirex*, où il subit une élongation des plus notables au lieu de se développer transversalement, comme dans la plupart des Hyménoptères qui viennent d'être mentionnés.

» On constate que la même disposition s'accentue chez les *Helorus*. Elle mérite une attention spéciale, car elle représente le premier indice d'une tendance qui s'affirmera rapidement sur divers Insectes suceurs, déterminant d'importantes modifications non seulement dans l'aspect extérieur du labre, mais dans la constitution générale de l'appareil buccal et dans son mode de fonctionnement.

» D'autre part, on a pu remarquer que, sous toutes ses formes, lors même qu'il est réduit à l'état d'une petite lame presque rudimentaire, le labre ne cesse d'offrir une échancrure axile ou un sillon médian; on a vu que, chez quelques types, il portait des appendices pairs et symétriques. Tout concourt donc à établir sa dualité originelle et son intime parenté morphologique avec les autres pièces buccales.

» Ces affinités deviennent encore plus manifestes lorsque l'on considère certaines espèces chez lesquelles le labre acquiert une complexité exceptionnelle. De ce nombre est l'Eucère : examinée rapidement, sa lèvre supé-

rieure se montre formée d'une pièce basilaire et d'une large pièce centrale à suture médiane et portant latéralement deux petits filets grêles, tandis que sur son échancrure antérieure s'insère une sorte de tubercule multi-segmenté et formant comme le sommet de ce singulier organe qui ne répond guère au schéma classique par lequel on a coutume de représenter le labre de la généralité des Insectes. Aussi ne saurait-on se borner à une description aussi succincte et doit-on, pour la compléter, rechercher la signification morphologique des diverses pièces qui viennent d'être énumérées.

» On reconnaît alors que la pièce basilaire est due à la coalescence des deux sous-maxillaires confondus sur la ligne médiane; de même, la masse centrale représente les deux maxillaires dont la suture est nettement visible. Jusqu'ici l'on est en présence de faits déjà connus et de notions acquises, car on a vu plus haut que le labre offrait presque toujours ces mêmes pièces sous-maxillaires et maxillaires; au delà de celles-ci, l'étude de l'Eucère devient particulièrement intéressante. Les deux appendices latéraux peuvent être regardés comme des palpes filamenteux, et ce rapprochement est justifié par leurs rapports comme par leur mode d'insertion; à ce dernier point de vue, il convient de remarquer qu'ils ne s'insèrent sur le maxillaire que médiatement et par l'intermédiaire d'un petit bouton ovoïde, assimilable au palpigère. Quant au tubercule central, son analyse montre qu'il est formé par plusieurs pièces répondant aux galéas et aux intermaxillaires.

» On retrouve donc toutes les parties essentielles d'une paire de mâchoires dans le labre de l'Eucère qui marque le dernier terme de cette série de formes organiques dont l'examen méthodique permet d'affirmer que, loin de différer du labium et des autres organes buccaux, la lèvre supérieure « est constituée primordialement par deux parties latérales ». M. Em. Blanchard a, le premier, établi cette constitution fondamentale du labre et l'on voit qu'elle se trouve pleinement confirmée par l'étude des Hyménoptères. »

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les fructifications des Calamodendrons.* Note de M. B. Renault, présentée par M. P. Duchartre.

« La place que les Calamodendrées doivent occuper dans la classification des plantes est aussi intéressante à discuter et à établir que celle des

Sigillaires et des Lépidodendrées; pour les unes comme pour les autres, on se heurte à de nombreuses, quelquefois d'insurmontables difficultés, conséquences du mauvais état de conservation des fructifications de ces végétaux.

» Les corps reproducteurs des Lépidodendrons et des Sigillaires sont contenus dans des cônes souvent isolés, d'aspect extérieur assez analogue dès l'origine, par conséquent difficiles à étudier dans les détails, maintenant que l'on ne possède plus guère que des empreintes sur lesquelles la compression a déformé inévitablement les organes et les a rendus le plus souvent méconnaissables.

» Les Calamodendrons, les Arthropitus, certains Astérophyllites, les *Annularia*, etc., présentent également leurs fructifications disposées d'une manière assez peu différente, c'est-à-dire sous forme d'épis composés alternativement de verticilles stériles et de verticilles fertiles; dans la plupart des cas, il est impossible *sur les empreintes* de préciser la nature des corps reproducteurs appartenant à ces groupes de plantes, cependant assez éloignées les unes des autres.

» Ces rapprochements de forme extérieure non seulement des fructifications, mais des organes végétatifs, tels que rhizomes (*Stigmaria*), tiges, feuilles, pour les Lépidodendrées et les Sigillaires d'une part, et pour les Calamodendrées, les Calamariées vraies d'autre part, prouvent que beaucoup de Phanérogames et de Cryptogames apparues jadis dans les mêmes conditions de vie extérieure ont dû affecter pendant longtemps des formes analogues et ne se différencier plus complètement que lorsque ces conditions sont devenues plus favorables, surtout pour l'un des deux grands embranchements du règne végétal dont le mode de reproduction sexué était exclusivement aérien.

» Nous avons établi que certains Astérophyllites ([1]) et les *Annularia* ([2]) avaient porté des épis hétérosporés; de *nombreuses* et *excellentes* préparations que nous avons pu nous procurer depuis lors, tirées d'échantillons recueillis dans les gisements d'Autun, de Saint-Étienne, du Lancashire Coal-Measures, ont confirmé nos premières recherches en les complétant et nous ont permis en outre d'étudier avec détail les fructifications des Calamodendrons et des Arthropitus. Dans cette Note, il ne sera question que

---

([1]) *Comptes rendus,* séances du 24 avril 1876, du 13 février 1882.

([2]) *Cours de Botanique fossile fait au Muséum d'Histoire naturelle,* deuxième année, p. 131.

des fructifications des Calamodendrons, afin d'achever d'esquisser les traits principaux de leur histoire si controversée.

» Les épis de ces plantes se rencontrent en fragments mesurant plus de 6^{cm} de longueur dans les magmas silicifiés de Grand-Croix, près Rive-de-Gier, et présentent un diamètre extérieur à peu près uniforme de 9^{mm}.

» L'axe articulé offre en petit la structure des tiges de Calamodendrons, c'est-à-dire est formé de coins de bois *secondaire*, alternant avec des bandes de tissu fondamental à cellules allongées; chaque coin ligneux est muni, vers sa pointe interne, d'une lacune occupée partiellement par des trachées déroulables et est constitué par des trachéides rayées, réticulées ou ponctuées avec des rayons cellulaires intercalés.

» Le long de l'axe se trouvent, disposés très régulièrement à chaque articulation, des verticilles alternativement fertiles et stériles. Les bractées stériles, d'abord horizontales, se redressent verticalement à une distance de 4^{mm} de l'axe et atteignent une hauteur de 1^{cm}, dépassant le niveau de plusieurs verticilles superposés; leur organisation, assez complexe, ne saurait être décrite dans cette Note. La distance de deux verticilles stériles est de 4^{mm}. Au milieu de l'intervalle qui les sépare sont insérées des bractées fertiles, dont le nombre est double de celui des coins ligneux et moitié de celui des bractées stériles. Leur extrémité périphérique est dilatée en disque peltoïde, renfermant une assise de cellules élastiques très développées. Sur ce disque et tournés du côté de l'axe, sont fixés quatre sacs, deux au-dessus, deux au-dessous du support. Cette disposition rappelle dans une certaine mesure celle des *Bruckmannia*.

» La hauteur des sacs est de $1^{mm},66$, leur épaisseur moyenne $0^{mm},5$ et leur longueur dans le sens du rayon $2^{mm},1$.

» L'épiderme qui recouvre ces sacs est formé de cellules allongées suivant une de leurs dimensions; elles s'engrènent par leurs bords d'une façon assez compliquée et très solide. L'intérieur est tapissé par une couche de cellules à parois minces et généralement aplaties.

» Nous avons constaté des différences notables entre la structure de ces sacs et celle des sporanges de *Bruckmannia* et de *Volkmannia*, différences qui feront ultérieurement l'objet d'une étude comparée.

» Les sacs renferment un grand nombre de grains arrondis *soudés* par quatre et constamment enveloppés par les parois de la cellule-mère qui se sont cuticularisées; chaque grain est formé de deux enveloppes que l'on peut considérer comme une *exine* et une *intine;* cette dernière, fortement plissée, paraît *pluricellulaire*.

» Les grains mesurent 0,045 de millimètre et la cellule-mère 0,09 de diamètre. A la rupture des sacs, les grains s'échappaient par tétrade (¹) enveloppée de la cellule-mère. Nous avons rencontré ces groupes non seulement autour des épis de Calamodendrons, mais encore dans le *canal micropylaire* de certaines graines de *Trigonocarpus*, par exemple; mais c'est surtout dans la chambre pollinique du *Gnetopsis elliptica* que nous avons pu constater la présence de grains isolés analogues par la forme et les dimensions à ceux qui constituent les tétrades; la cellule-mère s'y était dissoute.

» La complication d'organisation des sacs contenus dans les épis de Calamodendrons et celle des corps reproducteurs qu'ils renferment nous portent à admettre que nous avons affaire à des sacs polliniques et à des grains de pollen et que les Calamodendrons sont phanérogames par leurs *racines*, leurs *tiges* et leurs fructifications. »

GÉOLOGIE. — *Observations complémentaires sur l'origine des sables diamantifères de l'Afrique australe.* Note de M. **Stanislas Meunier.**

« On peut lire, dans l'une des dernières livraisons des *Annales des Mines* (²), un important Mémoire de M. Moulle, sur la Géologie générale et sur les mines de diamants de l'Afrique du Sud. Je désire appeler l'attention sur quelques points de ce travail.

» En premier lieu, parmi les roches qui accompagnent la gemme, l'auteur note la présence du granite, d'abord niée universellement, maintenant tout à fait démontrée et que j'ai été le premier à affirmer (³).

» M. Moulle insiste surtout sur la découverte très intéressante qui lui est due, d'une immense quantité de boulets de granite « dans la Kopye » presque aussitôt abandonnée que projetée de Doyl's Rush, à un quart » d'heure de la mine de Kimberley ». L'auteur ajoute que le granite ainsi trouvé est généralement gneissique et a tous les caractères d'un granite primitif.

(¹) Ce mode de groupement du pollen et sa dissémination par tétrade se rencontrent assez fréquemment: parmi les plantes phanérogames actuelles, on peut citer, entre autres, les *Periploca,* les *Epacris,* les *Rhododendron,* les *Typha,* les *Leschenaultia,* etc.

(²) 8ᵉ série, t. VII, p. 193; 1885.

(³) *Comptes rendus,* t. LXXXIV, p. 250; 1877.

» Possédant un fragment de ce granite rapporté par M. Moulle lui-même, j'en ai fait un examen qui confirme pleinement cette appréciation. A l'œil nu, c'est une roche à grains moyens, avec tendance manifeste au feuilleté. Le quartz, très abondant, est translucide et un peu bleuâtre, il ne laisse voir nulle part de faces cristallines; le feldspath est blanc opaque et laiteux. Le mica noir est en quantité considérable; ses paillettes sont fort petites. La densité est égale à 2,56. En lame mince, au microscope, la roche se signale par la largeur des plages feldspathiques et par la quantité d'inclusions variées des grains quartzeux. Le mica est jaunâtre, passant en certains points à une nuance verte qui rappelle la chlorite. Cette modification est plus marquée le long des fissures qui traversent le bloc et vers sa superficie, qui est encore encroûtée d'une boue fine à paillettes de vaalite. La liaison originelle de ce dernier minéral avec le mica pourrait être révélée par des observations de ce genre.

» Dans une partie spéciale de son Mémoire, M. Moulle cherche à préciser l'origine et le mode de formation des sables diamantifères. Tout en y voyant, comme je l'ai fait moi-même, un produit d'éruption sableuse que j'ai qualifié d'*alluvion verticale,* il se refuse à croire que l'eau a été le véhicule des fragments rocheux vers la surface.

« La venue au jour, dit-il, des roches diamantifères, provenant d'un niveau inférieur à celui du granite, la compacité actuelle de cette roche, surtout de celle qui constitue certaines brèches rocheuses de Kimberley, la recoupe successive des différentes coulées les unes par les autres, entraînent la nécessité d'une pression considérable de bas en haut, que l'on ne peut attribuer à l'intervention de l'eau seule. D'un autre côté, la vapeur d'eau, si elle avait joué le rôle principal, aurait dû être forcément à une température élevée, suffisante, en tous cas, pour altérer les fragments des schistes. Obligés de rejeter l'action de l'eau seule et l'action de la vapeur d'eau, nous sommes forcés d'admettre l'intervention de gaz et de supposer ceux-ci à une température assez basse pour ne pas attaquer les fins éléments charbonneux du *blue ground.* Si nous remarquons, en outre, que l'on rencontre dans les cavités du *blue ground* de grandes quantités de gaz explosifs (hydrocarbures), que la roche diamantifère de noirâtre devient, après décomposition et lavage, entièrement blanche, et que le diamant, pour se former, a dû trouver quelque part le carbone nécessaire à sa formation, nous sommes amenés nécessairement à admettre des hydrocarbures comme agents d'action sur la roche diamantifère primitive et agents de cristallisation ayant dû intervenir par leur pression pour contribuer à la montée dans les cheminées. »

» J'avoue que ces conclusions de M. Moulle m'ont fort surpris. L'auteur me paraît s'exagérer beaucoup les effets de la vapeur d'eau sur les roches schisteuses des *pans* à diamants. D'un autre côté, pour justifier l'interven-

tion des gaz hydrocarbonés, M. Moulle admet, dans la pâte des serpentines des mines du Cap, la présence de matière charbonneuse que je n'y ai pas observée. Le blanchissement des roches du *blue* à la flamme d'une lampe est identiquement reproduit par les éclats des serpentines les plus diverses : on doit y voir le simple résultat de l'oxydation d'un composé ferrugineux.

» Suivant le travail que je discute, le *yellow*, c'est-à-dire la partie jaune des amas, n'est que du *blue*, ou terre bleue profonde, débarrassée de toute trace d'hydrocarbure. Or, la relation de ces deux roches est rigoureusement celle que l'on observe à divers degrés de la série géologique, pour des formations unies par des caractères communs et qui se scindent pour ainsi dire en deux niveaux dont l'inférieur est bleu, tandis que le supérieur est jaune ou jaunâtre. Ainsi, dans beaucoup de localités, les marnes bleues du terrain oxfordien sont recouvertes par les assises ocracées du terrain à chailles; sur les bords de la Méditerranée, le miocène inférieur bleu est couronné par le miocène supérieur jaune; les faluns jaunes recouvrent les faluns bleus dans le bassin de la Gironde; les assises bleues subapennines du sud-est de la France et de l'Italie sont surmontées de sables jaunâtres; aux environs de Lausanne et de Vevey, comme en Écosse, les couches profondes du diluvium sont bleues, tandis que les assises superficielles sont jaunes.

» La cause évidente de ces modifications est l'action oxydante de l'oxygène de l'air atmosphérique qui, s'il brûle les matières organiques contenues dans beaucoup de marnes et d'argiles, exerce son action sur des terrains dont l'origine ne se rattache évidemment pas à une production particulière d'hydrogène carboné. C'est ainsi que les roches bleues, qui accompagnent le gypse à Romainville, à Argenteuil et ailleurs, colorées d'après Ebelmen par du sulfure de fer divisé, sont devenues jaunes tout le long des fissures qui les traversent et par lesquelles ont pu pénétrer les eaux plus ou moins aérées venant de la surface.

» Mais, même si la couleur bleue qui nous occupe devait réellement être attribuée à des matières organiques, il n'y aurait pas de doute que les serpentines de Kimberley et de Dutoit's Pan n'eussent été bleues, comme la plupart des serpentines, avant leur charriage dans les pans; avant, par conséquent, l'arrivée des hydrocarbures qui, selon M. Moulle, auraient déterminé leur ascension vers le jour.

» Du reste, comment comprendre que ces gaz, à la haute pression desquels est due la percée des roches du bord superposées aux assises diamantifères, aient pu, malgré la situation si profonde (*infragranitique*) de leur

lieu d'origine, se trouver cependant à *basse température?* Suivant moi, il n'y a pas, dans les faits signalés par M. Moulle, même dans la présence d'amas grisouteux, de raison pour renoncer à voir dans les alluvions verticales diamantifères du Cap le produit d'un charriage vers la surface, par de simples eaux ascendantes, de matériaux arrachés aux roches profondes.

» Quant à l'ouverture des *pans,* nous manquerons sans doute de tous moyens de l'expliquer tant que des sondages ne nous auront pas renseignés sur les parties profondes de ces excavations, ou que, ce qui serait beaucoup plus net encore, nous n'aurons pas découvert d'accidents analogues, datant de périodes géologiques assez reculées pour que les déplacements subséquents du sol aient pu les amener dans des situations favorables à l'observation directe. »

MINÉRALOGIE. — *Sur les roches éruptives et les terrains stratifiés de la serrania de Ronda.* Note de MM. **Michel Lévy** et **J. Bergeron**, présentée par M. Fouqué.

« La serrania de Ronda nous a présenté la série suivante de roches éruptives :

» I. *Norites, lherzolites et serpentines.* — On doit à M. Mac-Pherson les premières études approfondies sur le magnifique développement de roches éruptives à péridot que présente la serrania de Ronda. Il a signalé quelques filons de norite aux environs de Monda et constaté que la serpentine, qui compose des chaînes de montagnes entre Malaga et Estepona, provient exclusivement de la décomposition des lherzolites auxquelles elle passe constamment.

» Nos propres observations nous permettent de confirmer cette dernière opinion; en outre, elles établissent que la lherzolite passe fréquemment à la norite par l'apparition de l'anorthite. La norite ne constitue donc pas seulement quelques filons isolés. Le type le plus complet des roches péridotiques de la serrania de Ronda présente ainsi l'association minéralogique suivante : spinelle (pléonaste rare, picotite abondante), péridot zoné, présentant des indices de macles suivant la face p; anorthite maclé, suivant les lois de l'albite et du péricline; pyroxène chromifère, maclé avec de larges bandes d'enstatite; les faces d'association sont h^1 pour le pyroxène, sur lesquelles s'appliquent des faces g^1 de l'enstatite; les arêtes mm des deux minéraux sont parallèles; outre les clivages mm, le pyroxène présente un fin

clivage très facile suivant g^1, à la façon de certains diallages et de certaines coccolites, bronzite associée suivant g^1 à de fines lamelles d'un minéral très biréfringent et peu réfringent (talc?). Il y a, en outre, un peu de mica noir secondaire.

» Nous avons recueilli les plus belles variétés de norite, à pyroxène maclé avec l'enstatite, au lieu dit *los Penones*, le long du rio Alfraguara, à l'ouest de Tolox. On y trouve un contact de la norite avec les gneiss à cordiérite contenant des bancs intercalés de dolomie.

» Nous avons énuméré les minéraux de la norite suivant l'ordre de leur consolidation. Le plus souvent les cristaux de bronzite sont de grande taille et donnent à la roche un aspect porphyroïde; mais leur consolidation s'est effectuée postérieurement à celle de tous les autres éléments.

» Les lherzolites et les norites se trouvent en grandes masses et aussi en filons minces. Nous avons vu de nombreux exemples de ces derniers dans les gneiss à cordiérite et dans les schistes à andalousite entre Istan et Tolox; dans les schistes micacés archéens aux abords immédiats de Tolox.

» II. *Granulite.* — La granulite à mica blanc et à tourmaline crible de ses filons minces tous les systèmes précédents jusqu'aux schistes archéens inclusivement. Elle est surtout abondante dans la serrania de Ronda. M. Mac-Pherson l'a étudiée sous le nom de *granite tourmalinifère*.

» Nous avons pu constater qu'en général elle devient pauvre en feldspath au fur et à mesure qu'elle s'élève dans la série. Dans les schistes à minéraux elle est souvent réduite à des filonnets de quartz chargé d'andalousite.

» Au Puerto de la Mujer, entre la Sepultura et Tolox, un petit filon de pegmatite graphique traverse la serpentine; il est exclusivement constitué par de l'oligoclase et du quartz. Ce fait semble indiquer la postériorité des éruptions de granulite à celles de la serpentine.

» III. De nombreux filons minces de *diorite* percent les schistes archéens aux environs de Benalmadena et de Malaga (hacienda de la Concepcion, route de Colmenar, près de la Venta del Voticario). Leur direction moyenne est nord-est. Elles contiennent toutes du sphène et de l'amphibole. Le feldspath est tantôt de l'oligoclase, tantôt du labrador, tantôt de l'anorthite; ses cristaux sont allongés suivant l'arête pg^1. Les variétés les plus acides contiennent en outre du quartz grenu.

» *Venue ophitique.* — La traînée triasique, qui s'étend de Gobantes à Archidona, présente de nombreux affleurements de roches ophitiques. Nous les avons étudiées au val del Yeso, entre Gobantes et Bobadilla. MM. Mar-

cel Bertrand et Kilian ont bien voulu soumettre aussi à notre examen les roches qu'ils ont recueillies près d'Antequera et d'Archidona.

» La composition minéralogique de ces roches est très simple : elles contiennent du fer titané, du labrador et du pyroxène. Les types les plus basiques admettent le péridot; dans les plus acides, le labrador est remplacé par l'oligoclase; le quartz grenu, probablement secondaire, y apparaît.

» Dans la plupart, le fer titané est partiellement transformé en sphène, le pyroxène en amphibole et en chlorite. Un fait inattendu nous a été fourni par deux échantillons, provenant des buttes d'Antequerra et de las Perdrices; nous y avons trouvé une partie de l'amphibole secondaire à l'état de glaucophane, présentant un polychroïsme marqué dans les teintes bleu verdâtre, suivant la direction du plus grand indice de réfraction, bleu violacé suivant celle de l'indice moyen, jaune pâle verdâtre suivant celle du plus petit indice.

» La structure de ces roches est tantôt ophitique, tantôt microlithique; elles présentent plusieurs variétés de spilites à vacuoles calcédonieuses, chloritiques et calcaires, identiques aux roches similaires des Alpes.

» Dans le lias de Montillana, M. Kilian a recueilli des porphyrites et des diabases à structure ophitique, identiques à celles de la traînée triasique.

» Nous ne signalerons, dans la série des terrains sédimentaires, que ceux dont l'étude nous a présenté des faits nouveaux.

» Nous avons constaté la présence de quelques lambeaux de grès rouges et de conglomérats, qu'une comparaison avec les dépôts de même nature de la Saxe nous conduit à rapporter à l'étage moyen du terrain permien. Plusieurs de ces lambeaux longent la côte de la Méditerranée; ils sont recouverts en stratification discordante par le trias. Ansted en avait signalé l'existence près de Malaga. Nous en avons encore rencontré d'autres lambeaux dans l'intérieur des terres où ils jalonnent des failles. Ce terrain a donc recouvert une grande surface dans le sud de l'Espagne, contrairement à l'opinion généralement admise.

» Le terrain pliocène, que Linera et Maestre ont signalé d'une manière générale sur la côte, entre Malaga et Estepona, nous a présenté dans les environs de San Pedro d'Alcantara un faciès différent de celui sous lequel nous l'avions vu dans les environs de Malaga. Il repose, dans toute cette région, sur les grès nummulitiques. Mais si, à Malaga, on y trouve une faune littorale (*Pleurotomes*, *Turbos*, etc.), à San Pedro d'Alcantara, l'a-

bondance des Ptéropodes et d'espèces pélagiques telles que *Pecten inæquisculptus, Tiberi, Poromya granulata, Nyst, Arca pectunculoïdes, Scac.*, etc., autorise à croire que l'on a affaire à un dépôt qui s'est produit dans une mer relativement profonde. Ce terrain pliocène franchement marin atteint au pied de la sierra de Mijas une altitude de 70^m.

» Ce gisement de San Pedro d'Alcantara est extrêmement riche en fossiles rares et présente une curieuse association. On y trouve en effet, avec des espèces éteintes, telles que *Pecchiola argentea Mariti* qui s'éloigne beaucoup des formes actuelles et qui ne se rencontre que dans le pliocène inférieur, des espèces vivantes, toutes pélagiques. C'est un exemple de plus du peu de variabilité des espèces pélagiques ([1]). »

MINÉRALOGIE. — *Sur les propriétés optiques de quelques minéraux.* Note de M. **A. Lacroix**, présentée par M. Fouqué.

« J'appellerai l'attention de l'Académie sur les propriétés optiques de quelques minéraux dépourvus de formes cristallines déterminables.

» La grünérite a été analysée par Grüner (*Comptes rendus*, t. XXIV, p. 794; 1847), qui la considère comme un pyroxène ferrifère. M. Des Cloizeaux, en examinant une lame de clivage, fit voir que les propriétés optiques de ce minéral se rapprochaient plutôt de celles des amphiboles. J'ai pu me procurer un petit échantillon de cette substance, qui m'a permis d'en étudier les propriétés optiques. La grünérite est bien une amphibole; elle possède deux clivages $m(110) - mm = 124°$ environ. Le plan des axes optiques est parallèle à $g^1(010)$; la bissectrice est négative et fait un angle d'environ 15° avec une normale à $h^1(100)$. On observe de nombreuses macles polysynthétiques parallèles à $h^1(100)$. La biréfringence est très grande :

$$n_g - n_p = 0,056.$$

Il existe, en outre, un pléochroïsme faible. Les couleurs observées sont :

Suivant n_g..........	Brunâtre très clair;
» n_m et n_p....	Incolore.

L'abondance et la répétition des macles, ainsi que la biréfringence, donnent

---

([1]) Les déterminations spécifiques ont été faites au laboratoire de Géologie de la Sorbonne.

à la grünérite une place spéciale dans le groupe des amphiboles. La grünérite accompagne le grenat dans le gisement de magnétite de Collobrières (Var).

» La warwickite est un borotitanate de fer et de magnésie. Les cristaux sont toujours arrondis et ne se prêtent que difficilement aux mesures goniométriques. Aussi le système cristallin auquel appartient cette substance est-il incertain. L'examen des propriétés optiques fait voir que la warwickite est orthorhombique. Les cristaux sont allongés suivant l'arête $h^1 g^1$ (100)(010). Le plan des axes optiques est compris dans g^1(100); la bissectrice est positive et normale à h^1(100), direction du clivage facile.

» Les extinctions dans les plans principaux se font toujours parallèlement à la trace du clivage ou à l'arête de zone, $2E = 125°$ environ. La biréfringence est d'environ

$$n_g - n_p = 0{,}0219.$$

La réfringence moyenne est voisine de celle du sphène.

» On observe un pléochroïsme des plus nets; on a, en effet, suivant :

n_g	Brun cannelle
n_p	Brun-jaune clair
n_m	Brun rouge

» Il se glisse toujours dans le clivage et les cassures du minéral des produits ferrugineux (fer titané) qui épigénisent parfois d'une façon complète les cristaux de warwickite; aussi la composition chimique de cette substance aurait-elle besoin d'être établie sur des échantillons purifiés de leurs inclusions.

» On a donné le nom de *withamite* à une épidote rose trouvée dans les porphyrites du Glencoe (comté d'Argyle, Écosse). J'ai pu voir que, si la withamite présente la plupart des propriétés optiques de l'épidote [monoclinique; allongement suivant l'arête ph^1(001)(100); plan des axes optiques parallèle à g^1 (010), biréfringence ($n_g - n_p = 0{,}05$)], elle en différait par le signe de sa bissectrice qui est positive. Ce caractère la rapproche de l'épidote manganésifère (piémontite), dont elle possède en outre les teintes de pléochroïsme très affaiblies. On observe, en effet, suivant

n_g	Rose vif	withamite.
n_m	Rose très clair	
n_p	Jaune citron	
n_g	Rouge pyrope	piémontite (Laspeyres).
n_m	Améthyste	
n_p	Orangé	

» L'analyse n'a été faite que d'une façon incomplète; un essai au chalumeau m'a montré que la withamite devait sa couleur au manganèse.

» J'appellerai l'attention sur la variété de zoïsite appelée *thulite*, qui présente un pléochroïsme très net se rapprochant un peu de celui de la withamite, bien que les directions dans lesquelles on observe ces diverses teintes ne soient pas les mêmes.

» On constate suivant :

n_g	Jaune
n_m	Rose vif
n_p	Rose clair

» La xantholite possède à peu près la composition de la staurotide. Heddle, qui l'a décrite, a cru y voir une espèce à part. L'examen des propriétés optiques fait voir qu'il y a identité complète entre la xantholite et la staurotide. L'absence de clivage et de forme cristalline nette ne permet pas, il est vrai, de rapporter cette substance au système orthorhombique plutôt qu'au système monoclinique, mais toutes les autres propriétés optiques, telles que la biréfringence

$$n_g - n_p = 0,015,$$

le pléochroïsme

n_g	Jaune d'or
n_m, n_p	Jaunâtre pâle presque incolore

le signe positif de la bissectrice parallèle à l'allongement du minéral, l'écartement des axes et la réfringence moyenne ne permettent aucun doute au sujet de la réunion en une seule de ces deux espèces. Cette staurotide se rencontre aux environs de Loch Ness (Écosse). Les cristaux arrondis sont toujours fendillés et remplis de minéraux divers (mica, rutile, zircon, tourmaline) qui ne permettent pas d'obtenir, pour l'analyse, une matière suffisamment pure.

» La scoulérite et la chalilite du comté d'Antrim (Irlande) possèdent la composition chimique de la thomsonite. L'examen optique fait voir que ces deux minéraux possèdent une structure à peine cristalline dans la chalilite. J'ai pu, à l'aide de forts grossissements, constater dans la scoulérite les propriétés optiques de la thomsonite. L'abondance de produits colloïdes est très grande : ces deux substances ne méritent pas d'être

séparées l'une de l'autre sous des noms distincts : ce ne sont que des variétés extrêmement impures de thomsonite. »

CHIMIE. — *Sur la terre* Yα. Note de M. **W. Crookes**, présentée par M. Lecoq de Boisbaudran.

« Parmi les terres de la samarskite qui se concentrent vers le milieu des fractionnements, il en est une (ou un groupe de terres) qui donne dans le tube à *matière radiante* un spectre phosphorescent bien marqué, lequel diffère de ceux que j'ai déjà décrits.

» Les positions des bandes et raies sont les suivantes :

Échelle du spectroscope.	λ.	$\frac{1}{\lambda^2}$.	
10°,325...	644,6	2407	Centre approché d'une bande rouge qui s'affaiblit du côté le moins réfrangible.
10,310...	641,5	2430	Fin nette de la bande rouge.
10,185...	618,9	2611	Centre approché d'une bande orangée très faible.
10,130...	609,4	2693	Raie nette orangé rouge.
10,050...	597,0	2806	Centre approché d'une bande mince, orangée et brillante. Entre cette bande et la raie 2693, se trouve une bande orangée nébuleuse et moins brillante.
9,840...	567,6	3104	Centre approché d'une bande mince, verte et brillante.
9,790...	561,3	3174	Centre approché d'une bande mince, verte, pas si brillante que 3104.
9,690...	549,5	3312	Centre approché d'une bande verte, brillante, plus large que les trois autres bandes vertes.
9,610...	540,6	3422	Centre approché d'une bande verte et brillante.

» Lorsqu'elle est suffisamment pure, la terre qui donne ce spectre présente toutes les propriétés caractéristiques de celle qui a été découverte par M. de Marignac et nommée par lui Yα [1].

» Grâce à l'obligeance de M. de Marignac, j'ai eu l'occasion de comparer un échantillon d'Yα (préparé par lui-même) avec la terre décrite ci-dessus. Les deux terres possèdent les mêmes caractères chimiques et leurs spectres phosphorescents sont identiques.

(1) *Comptes rendus*, t. XC, p. 899.

» On n'a pas encore nommé cette terre, parce que M. de Marignac n'est pas sûr qu'elle ne soit point identique avec la mosandrine de Lawrence Smith [1].

» Un échantillon de mosandrine, préparée par Lawrence Smith, m'a été envoyé par M. de Marignac; il donne un spectre phosphorescent montrant qu'il n'est pas constitué par une substance unique et que l'yttria en fait partie [2]. »

CHIMIE. — *Sur la mosandrine de* Lawrence Smith.
Note de M. **Lecoq de Boisbaudran.**

« Grâce à l'obligeance de M. le Dr Marvin (de Louisville, Kentucky), j'ai pu examiner une terre provenant du laboratoire de feu L. Smith et considérée comme devant être de la *mosandrine impure*. Ce produit contenait beaucoup de didyme et de samarium; mais L. Smith observait soigneusement les spectres d'absorption et a décrit les sels de mosandrine comme n'en donnant aucun; il est donc évident que la terre communiquée par le Dr Marvin était tout au plus de la mosandrine encore très imparfaitement purifiée.

» J'ai fractionné cette terre par l'ammoniaque autant que le permettait l'exiguïté de l'échantillon : presque tout le didyme et la majeure partie du samarium furent ainsi éliminés. Le résidu donne assez brillamment le spectre électrique de l'$Y\alpha$; aussi ai-je eu d'abord la pensée que ce dernier corps représentait peut-être la matière purifiée décrite par L. Smith.

» Cependant, M. de Marignac me fait très judicieusement observer que L. Smith considérait sa mosandrine comme un oxyde fortement coloré en jaune orangé, tandis que l'$Y\alpha$, préparée par M. de Marignac, est très faiblement colorée et serait probablement blanche, si elle était tout à fait pure.

» En réalité, la terre que j'ai retirée de la mosandrine brute, par élimination de Di et de Sm, est d'un jaune orangé foncé et donne les fluorescences $Z\beta$ et $Z\alpha$, avec prédominance de $Z\beta$. D'après cela et d'accord avec l'opinion de M. de Marignac, il paraît très probable que la mosandrine

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXVII, p. 145; LXXXVII, p. 831, et LXXXIX, p. 480.

(2) M. Crookes entend par spectre phosphorescent de l'yttria un ensemble de bandes que j'attribue aux corps $Z\alpha$, $Z\beta$ et Sm, mais non à Yt, ainsi que le fait mon savant ami anglais. (*Note de M. de Boisbaudran.*)

de L. Smith était essentiellement constituée par un mélange de Yα et de terbine, cette dernière terre sans doute en excès. »

M. A. **Boblin** adresse une Note relative à des moyens pour éviter les rencontres des trains de chemin de fer.

M. Ch. **Degagny** adresse, comme complément à sa Communication précédente, une nouvelle Note intitulée « Suppression de la différenciation des matériaux de réserve; détermination de la puissance d'assimilation du protoplasma pollinique ».

La séance est levée à 5 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 8 mars 1886.

De la partition des axes et des causes modificatrices de la position primitive des feuilles. — Singulière apparence offerte dans une partie de sa longueur par le bois d'une tige de chêne. — Éloge de M. A. Barthélemy. — De l'origine des prairies artificielles; par M. D. Clos. Toulouse, impr. Douladoure-Privat, 1885; 4 br. in-8°.

Bulletin de l'Association pomologique de l'Ouest; t. I et II, 1883-1884. Rouen, imp. Cagniard; Rennes, imp. L. Caillot, 1884-1885; 2 vol. in-8°. (Présenté par M. H. Mangon.)

Tarassis. Troubles de l'âme et du corps chez l'homme; par le Dr Lanoaille de Lachèse. Paris, J.-B. Baillière, 1886; br. in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Guide pratique du médecin inspecteur de la première enfance; par le Dr E. Limouzin-Lamothe. Paris, Doin, 1886; in-12. (Adressé au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Les noces d'or de Joseph Bonjean, pharmacien à Chambéry. Chambéry, imp. Jacquelin, 1886; in-8°.

Mémoire sur la valeur diagnostique de la présence du microbe de Koch dans les crachats et de l'emploi du gaz sulfhydrique dans les salles d'inhalation de

l'établissement thermal sulfureux d'Allevard (Isère) pour détruire les bacilles et guérir la phthisie; par B. Niepce, Paris, V. Masson, 1884; br. in-8°.

The laws and mechanics of circulation, with the principle involved in animal movement; by W.-H. Triplett. New York, Vail, 1885; in-8°.

Annual report of the Comptroller of the Currency to the first session of the forty-ninth congress of the United States; december 1, 1885. Washington, Government printing Office, 1885; in-8°, relié.

Memoirs of the Museum of comparative Zoology at Harvard college; vol. X, n° 4, vol. XIV, n° 1, Part I. Cambridge, 1885; 2 vol. in-4°.

R. Osservatorio astronomico di Brera in Milano. Osservazioni meteorologiche eseguite nell'anno 1885 *col riassunto composto sulle medesime; da* E. Pini. Sans lieu ni date; br. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 15 mars 1886.

Hôpital militaire et Ecole du Val-de-Grâce. Statistique du service et des examens de la vision pratiqués depuis 1882*; par* le Dr J. Chauvel. Paris, V. Rozier, 1886; br. in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey pour le concours Montyon, Statistique.)

Essai de dynamique médicale; par le Dr. J.-A. Mandon. Paris, F. Alcan, 1886; in-8°.

Nouveaux Mémoires de la Société impériale des Naturalistes de Moscou; t. XV, livr. 1, 2, 3. Moscou, impr. de l'Université impériale, 1884-1885; 3 fascicules in-4°.

Correspondance de René-François de Sluse, publiée pour la première fois et précédée d'une introduction par M. C. Le Paige. Rome, impr. des Sciences mathématiques et physiques, 1885; in-4°. (Extrait du *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche.*) (Présenté par M. Resal.)

Atti della R. Accademia dei Lincei; serie terza. *Memorie della classe di Scienze fisiche, matematiche e naturali;* vol. XIV, XV, XVI et XVII. Roma, Salviucci, 1883-1884; 4 vol. in-4°.

Atti della R. Academia delle Scienze di Torino; vol. XXI, dipa 1 (novembre-dicembre 1885. Torino, E. Loescher, 1885; in-8°.

Proceedings of the Academy of natural Sciences of Philadelphia; Part III, 1886; in-8°.

Galileo Crivellari. *Istituzione di un secondo consiglio nel comune italiano.* Bologna, tipog. Fava e Caragnani, 1886; in-8°.

ERRATA.

(Séance du 1er mars 1886.)

Page 519, ligne 28, *ajoutez* quand il a été desséché à 100°.
» ligne 35, » L'isohespéridine est hydratée. Sa composition répond à la formule $C^{44}H^{26}O^{24}, 5H^2O^2$. Eau calculée : 15,73 pour 100. Trouvé : 16.

(Séance du 8 mars 1886.)

Page 537, ligne 18, *au lieu de* $10'',05\sqrt{2}$, *lisez* $0'',5\sqrt{2}$.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 22 MARS 1886.

PRÉSIDENCE DE M. JURIEN DE LA GRAVIÈRE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique, des Beaux-Arts et des Cultes** adresse l'ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. *Halphen*, dans la Section de Géométrie, en remplacement de feu M. *Bouquet*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Halphen** prend place parmi ses Confrères.

GÉODÉSIE. — *Sur la constitution de la croûte terrestre;* par M. **Faye**.

« Au retour de la paix, la marine française entreprit, dès 1816, sous les auspices de l'Académie, des voyages de circumnavigation qui ont grandement servi la Science. Parmi les sujets de recherche qui préoccupaient alors nos marins figurait la mesure de la pesanteur en divers points des océans, loin des côtes. M. de Freycinet, le premier, exécuta plusieurs mesures de ce genre sur des îlots perdus au milieu des mers. Ses résultats furent trouvés exagérés; ils inquiétèrent les géomètres. On chargea son ancien second,

M. Duperré, de reprendre ces mesures; mais on n'arriva ainsi qu'à constater qu'il ne s'agissait pas d'erreurs imputables à l'observateur. L'élan était donné : les observateurs anglais Sabine, Hall, Foster, etc., en Russie l'amiral Lutke, poussèrent avec énergie leurs travaux dans cette direction. Aujourd'hui on est en état de les mieux apprécier. Les calculs récents du colonel Clarke en Angleterre, de M. Peirce aux États-Unis ont donné $\frac{1}{292}$ pour l'aplatissement par l'ensemble des observations du pendule sur les deux hémisphères ([1]).

» D'autre part, les immenses travaux géodésiques de notre époque donnent un aplatissement presque identique, compris entre $\frac{1}{293}$ et $\frac{1}{292}$ ([2]).

» Enfin l'inégalité lunaire qui dépend de cet élément de la manière la plus directe, et dont nous devons l'expression à Laplace, donne $\frac{1}{294 \pm 2}$ lorsqu'on prend $8'',59 \pm 0'',05$ (d'après les observations de Greenwich) pour coefficient de cette inégalité ([3]).

» La convergence de ces résultats indépendants est satisfaisante et marque un progrès considérable dans la Science. La Terre est donc bien sensiblement un ellipsoïde de révolution; toute supposition contraire, dans l'intérêt de quelque vague hypothèse géologique, serait un pas rétrograde.

» Cependant il ne faut pas se dissimuler que les écarts systématiques qui avaient inquiété les géomètres il y a soixante ans n'ont été qu'atténués ; il s'en est même révélé d'autres d'une nature toute différente, que nos prédécesseurs ne soupçonnaient même pas. Je vais les examiner successivement.

» Voici, en premier lieu, les anomalies constatées au milieu des océans. Je les prends dans les calculs de M. le colonel Clarke, chef du département géodésique en Angleterre. Il s'agit du nombre des oscillations d'un pendule invariable comparé au nombre théorique.

Stations.	Latitudes.	Écarts observés.	Observateurs.	Stations.	Latitudes.	Écarts observés.	Observateurs.
	°				°		
Spitzberg.......	80 N.	+ 3,09	Sabine	Shetland du S..	63 S.	+ 3,90	Foster
Portobello......	10 N.	+ 3,85	Foster	Minicoy........	8 N.	+ 3,49	Off. anglais
I. Galapagos....	8 S.	+ 2,43	B. Hall	Mowi...........	21 N.	+ 4,80	De Freycinet
Saint-Thomas...	0	+ 6,86	Sabine	Isle de France..	20 S.	+ 7,16	De Freycinet
P. Gaunsa-Lout.	0	+ 4,53	Goldingham	Iles Malouines ..	52 S.	— 3,85	De Freycinet et Duperré
Fernando de N..	4 S.	+ 8,22	Foster	Iles Bonin......	27 N.	+11,79	Lutke
Ascension.......	8 S.	+ 6,15	S. et F.	Guam..........	13 N.	+ 4,88	Lutke
Sainte-Hélène...	16 S.	+ 9,32	Foster	Oualan.........	5 N.	+ 9,93	Lutke
Staten Isl.......	55 S.	+ 2,90	Foster		Moyenne...	+ 5,26	

([1]) *Geodesy*, p. 349.
([2]) *Cours d'Astronomie et de Géodésie de l'École Polytechnique*, t. I.
([3]) Même Ouvrage, t. II, p. 316.

» Évidemment, il y a là l'indication d'une cause d'erreur commune à toutes ces observations, sauf une. Puisque la Terre est bien un ellipsoïde de révolution, il serait vain de chercher cette cause dans une déviation de la forme elliptique. Je vais faire voir qu'elle tient tout simplement à l'oubli d'une correction nécessaire. On voulait avoir l'intensité de la pesanteur à la surface des mers, en plein océan. Pour cela, il aurait fallu donner à nos marins des instruments de mesure dont l'emploi n'exigeât pas une stabilité absolue. De tels procédés n'existant pas, les observateurs ont été obligés de porter leur pendule sur des îlots perdus au milieu des mers; mais, comme ce support exerce lui-même, par l'excès de sa densité sur celle de l'eau, une petite attraction qui s'ajoute à l'effet cherché, il aurait fallu demander aux navigateurs les sondages, les opérations hydrographiques nécessaires pour déterminer la configuration de l'îlot et permettre de calculer son attraction parasite. Personne n'y a pensé.

» S'il est actuellement impossible de calculer ces corrections, individuellement, il est du moins très facile de constater, par un calcul approximatif, qu'elles sont de l'ordre de grandeur des écarts qu'il s'agit de faire disparaître. Remplaçons l'îlot par un cône s'élevant du fond de la mer sur une base donnée. La variation dl de la longueur l du pendule, due à l'excès de l'attraction de ce cône sur celle du volume de l'eau de mer qu'il remplace, sera

$$dl = \frac{3}{2} l \frac{\delta - 1}{\Delta} \frac{h}{R} \left(1 - \frac{h}{\sqrt{h^2 + r^2}}\right),$$

en désignant par δ et Δ les densités du cône et de la Terre, par h la hauteur du cône, par r le rayon de la base et par R celui de la Terre. Si l'on fait $\delta = 2,5$, $\Delta = 5,56$, $h = 4500^{m}$ et $r = h$ ou $r = 2h$, dl sera compris entre $0^{mm},07$ et $0^{mm},14$, et l'augmentation du nombre des oscillations sera comprise entre 3 et 6. Or la moyenne des déviations constatées est de même sens et égale à 5 oscillations. Il est donc évident qu'en tenant compte exactement de cette correction oubliée, on ferait disparaître, non pas tout écart, mais la partie systématique de ces écarts.

» Il est malheureux que cette cause d'erreur, au fond si simple et si évidente, et, il faut le dire aussi, une fausse idée de la profondeur moyenne des mers aient masqué autrefois un phénomène naturel bien autrement important en habituant les esprits à l'idée que la pesanteur sur les océans est plus grande qu'ailleurs. C'est justement le contraire qui devrait avoir lieu, puisque les mers remplacent sur le globe, par une couche de densité

1 et de 4500^{m} d'épaisseur [1], une couche solide de même épaisseur et de densité 2,5. En plein Océan, le pendule invariable devrait battre 12 oscillations de moins que sur les continents. Le calcul en est simple :

$$dl = \tfrac{3}{2} l \frac{h}{R} \frac{\delta - 1}{\Delta};$$

en faisant $h = 4500^{m}$, $\delta = 2,5$, on trouve $dl = 0^{mm},28$ et $dn = 12$.

» Puisque cet effet ne se produit nulle part, il faut qu'il y ait, tout près de nous, dans la croûte sous-marine, un accroissement insolite de densité qui compense le défaut de densité de l'Océan. Je dis immédiatement au-dessous, dans la croûte même dont l'épaisseur est si faible vis-à-vis du diamètre de notre globe, car, à cette condition-là, le niveau de l'Océan ne sera pas sensiblement altéré et la loi de Clairaut ne cessera pas d'être pratiquement applicable. On peut, en effet, dans chaque couche elliptique du globe, admettre de sensibles variations de densité dans le sens vertical, pourvu que la quantité de matière reste la même dans cette couche, et que les déplacements verticaux de matière soient assez petits par rapport aux dimensions de la Terre.

» Ainsi les observations du pendule en plein Océan s'accordent bien avec la théorie, à la condition de négliger le défaut de densité de la couche océanique.

» Ce premier point étant acquis, examinons au même point de vue la région continentale.

» Là, peu de discordances pour les pays plats, très peu élevés au-dessus du niveau de la mer; partout le pendule suit, comme sur les côtes, la loi de l'ellipticité. Mais si, avec les officiers anglais, MM. Basevi et Heaviside, nous portons le pendule jusque sur les hauts plateaux des Indes, nous trouvons une série de discordances analogues aux précédentes, et de sens contraire :

	Latitude N.	
Moré	33°	—22,08
Mussoorie	30	— 6,06
Dehra	30	— 9,30
Nojli	30	— 4,82
Kaliana	29½	— 4,09
Pahargarh	25	— 3,54

(1) C'est à peu près la profondeur moyenne des océans prise à quelque distance des côtes.

	Latitude N.	
Ahmadpur	24°	— 2,33
Damargidda	18	— 4,43
Bangalore N.	13	— 3,32
Bangalore S	13	— 3,82
Mallapatti	9	— 1,65
Punnæ	8	— 0,53
....	..	....

» Partout ailleurs, en France, en Angleterre, en Russie, en Afrique, en Amérique, en Australie, à de faibles altitudes et sur toutes les côtes, on ne trouve que de petites anomalies indifféremment positives ou négatives.

» Il faut se rendre compte de la manière dont ces belles observations asiatiques, les plus récentes de toutes, ont été calculées. En montant des rives de la mer des Indes aux hauts plateaux de l'Asie vers Dehra et Moré, les officiers anglais ont tenu compte avec grand soin des attractions visibles, purement locales, par exemple des collines sur lesquelles ils ont placé leurs instruments. Puis ils ont réduit leurs observations au niveau de la mer. Enfin, ils ont appliqué une troisième correction, de plus en plus grande, pour tenir compte de l'attraction de la masse continentale allant en croissant vers les régions himalayennes. C'est cette dernière correction qui a tout gâté. Les Anglais n'ont pas manqué de reconnaître que ces écarts négatifs, qui vont progressivement jusqu'à l'énorme chiffre de 22 oscillations à Moré, sont précisément égaux à leurs corrections continentales, en sorte qu'en supprimant celles-ci, ce qu'ils n'ont pas osé faire, on ferait du même coup disparaître tous ces écarts, même à Mussoorie où l'épaisseur de la couche continentale est de 3000^m, même à Moré où elle atteint presque 5000^m (1).

» Nous voici donc arrivés à ce résultat que la saillie des continents au-dessus du niveau des mers est compensée au-dessous par quelque diminution de densité. Comme dans le cas précédent, si la compensation a lieu à une profondeur très petite par rapport aux dimensions de la Terre, par un léger déplacement de matière dans le sens vertical, le niveau des mers

---

(1) Il est bien remarquable que la triangulation des Indes donne la même chose. « It would seem then, dit le colonel Clarke, that these pendulum observations have » established the fact (*previously indicated by the astronomical observations of* » *latitude in India*) that there exists some unknown cause, or distribution of matter, » wich counteracts the attraction of the visible mountain masses. »

ne sera pas sensiblement altéré par ce déplacement, et la loi de Clairaut continuera à s'appliquer pratiquement à ces observations.

» En rapprochant cette conclusion de la précédente, on voit qu'il doit y avoir, sous les continents et sous les mers, à peu de profondeur, c'est-à-dire dans l'épaisseur de l'écorce terrestre elle-même, que M. Élie de Beaumont comparait à la coquille d'un œuf, une double compensation, d'une part pour la matière émergée qui dépasse sur les continents la surface générale du globe, d'autre part pour celle qui manque dans le bassin des mers. Tout indiquée que soit cette hypothèse par l'accord qu'elle met dans la Science, elle a paru trop hardie : les Anglais eux-mêmes n'ont pas osé s'en servir. Mais, ayant trouvé qu'elle n'est nullement particulière aux Indes, et qu'en particulier les observations de Genève, à 407^{m} d'altitude, et de Quito, à 2857^{m}, ne s'accordaient avec les autres qu'à la condition de supprimer aussi la correction continentale, j'ai cherché une justification de cette hypothèse. Elle serait déjà justifiée si l'on montrait, dans la nature, une cause capable de produire de petits déplacements verticaux de matière dans les couches superficielles du globe terrestre : elle sera démontrée si cette cause produit ses effets dans le sens indiqué, tout en permettant à l'équilibre du globe de se rétablir incessamment.

» J'ai fait voir que les grands sondages exécutés en 1836 dans l'expédition de Dupetit-Thouars, à la demande de l'Académie, et qui donnent des températures si voisines de zéro au fond des océans [1], tandis qu'à la même profondeur, sous les continents, règne une température de 200° à 300°, prouvent que le refroidissement du globe ne s'opère pas de la même manière sous les mers et sous les continents.

» Imaginez dans l'écorce terrestre, à une lieue et demie de profondeur, une surface de séparation sphérique et concentrique au globe, et considérez la chaleur interne qui parvient à cette surface.

» Sous les continents, cette chaleur, avant de pouvoir se dissiper dans l'espace, aura à traverser une couche solide et peu conductrice ayant une lieue et demie et même, en certains endroits, plus de deux lieues d'épaisseur. Là le refroidissement, partout très lent, sera plus lent encore, grâce à cette épaisseur protectrice, et l'on comprend que, sur cette surface de séparation, la chaleur obstruée se maintienne à 200° ou 300°. Dans la

---

(1) Les expéditions récentes du *Challenger* et du *Talisman* ont confirmé cette belle observation, qui avait été parfaitement discutée, dans le temps, par l'ingénieur hydrographe de la *Vénus*, feu notre confrère M. de Tessan.

région océanique, au contraire, la chaleur qui parvient à la surface sphérique considérée a bien encore la même épaisseur de matière à traverser, mais cette matière est de l'eau, qui transmet avec tant de facilité la chaleur quand celle-ci vient d'en bas.

» D'ailleurs cette eau, grâce aux larges communications des océans avec les mers polaires, fonctionne exactement comme celle des réfrigérants que les chimistes emploient pour enlever continuellement la chaleur qui se développe dans certaines réactions ([1]).

» Ainsi le globe terrestre se refroidit plus vite et plus profondément sous les mers que sous les continents, et comme cette différence existe et fonctionne depuis l'apparition des froids polaires, c'est-à-dire depuis des millions d'années, la croûte terrestre doit être plus épaisse sous les mers que sous les continents, et s'il est vrai que presque tous les corps qui constituent cette écorce se contractent en se refroidissant, on trouvera sous les mers, dans la croûte elle-même, l'excédent de densité qui compense la légèreté des eaux supérieures, tandis que sous les continents on aura le défaut de densité qui compense la partie émergée.

» Par conséquent, dans les calculs relatifs à la figure de la Terre et au niveau des mers, il ne faut pas tenir compte de l'attraction des massifs continentaux situés au-dessus du niveau des mers, parce que cet excédent de matière est compensé un peu plus bas par un défaut correspondant de densité. De même, il ne faut pas tenir compte de la faiblesse de l'attraction des mers, parce que celle-ci est compensée un peu plus bas par l'épaisseur plus grande de la croûte solidifiée. Bien que la distribution de la matière change ainsi verticalement, dans cette mince écorce, d'une région à l'autre, la quantité ne change pas et l'attraction reste sensiblement la même, pourvu que la forme de cette croûte solide se modifie peu à peu, comme nous allons le voir, de manière à rétablir incessamment l'équilibre. Ainsi la figure mathématique de la Terre peut être, encore aujourd'hui, très sensiblement un ellipsoïde de révolution aplati, tout comme au temps où la couche extérieure

---

([1]) On peut citer, à titre de comparaison bien lointaine sans doute, un globe de fonte en fusion dans un moule de fer qu'on soumettrait d'un côté au *chilling process*. Une partie du moule serait couverte d'une épaisse couche d'argile; l'autre serait soumise à l'action d'un courant d'eau froide. Si l'on arrêtait l'opération et qu'on fît écouler la masse interne encore en fusion, on aurait, du premier côté, une mince couche de fonte noire et douce, de l'autre, une épaisse couche de fonte blanche, inattaquable à la lime.

était parfaitement homogène. Or, tel est le résultat de tous les travaux géodésiques à notre époque.

» Voici une autre conclusion que je soumets aux géologues. Comme la partie située sous les mers devient sans cesse plus pesante que la partie située sous les continents, à cause de son refroidissement plus rapide, l'excès de pression qu'elle exerce se transmet en tous sens par l'intermédiaire de la masse liquide de l'intérieur, réagit sur les parties les plus faibles de l'écorce et y produit lentement un bombement progressif. L'équilibre tendant ainsi à se rétablir continuellement entre les forces perturbatrices qui naissent d'un refroidissement inégal, en produisant l'affaissement du fond des mers et l'exhaussement progressif des continents, les forces énormes qui tendent, au contraire, à maintenir la figure elliptique générale en agissant sur la masse entière, ont beau jeu, et l'on comprend que cette figure se trouve encore aujourd'hui sensiblement réalisée malgré les déformations, ou plutôt grâce aux déformations de la *croûte solide*. Si ces vues sont justes, on y trouvera la vraie cause des grands phénomènes géologiques dont la Terre a été et est encore le théâtre, et dont la Lune, privée de ce mode particulier de refroidissement, ne présente aucune trace. »

M. J. **Bertrand**, à l'occasion de la Communication précédente, rappelle que, d'après les lois de l'attraction, la forme d'une surface de niveau normale en chacun de ses points à la direction de la pesanteur, entraîne, rigoureusement, la détermination de toutes les autres et la loi de variation de l'intensité. Si donc la surface terrestre, normale en chaque point au fil à plomb, était *rigoureusement* un ellipsoïde, il ne pourrait exister aucune anomalie dans le nombre des oscillations du pendule; les variations, petites ou grandes, de la densité ne produiraient aucun résultat. Si l'observation, comme cela n'est pas contestable, accuse des anomalies dans la loi des intensités de la pesanteur, il doit nécessairement en exister aussi dans les détails de la forme du globe.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la flexion des prismes*; par M. H. **Resal**.

« Le dernier Mémoire dans lequel M. de Saint-Venant s'est occupé de la flexion des prismes a paru en 1856 dans le *Journal de Liouville*. Il suppose seulement que le prisme a des plans d'élasticité perpendiculaires à son axe, ce qui introduit dans la question dix-huit coefficients élastiques.

» J'avais été conduit en 1876 à m'occuper de la question, sans la poursuivre bien loin, mais seulement dans le cas de l'isotropie et d'un plan de flexion par rapport auquel le prisme est symétrique. Je m'étais uniquement borné à emprunter à M. de Saint-Venant son hypothèse sur la nullité de trois pressions, sans me préoccuper de son analyse, afin de conserver ma liberté d'action.

» Dans ces derniers jours, j'ai poursuivi mes recherches et ce n'est qu'arrivé à des résultats définitifs que je me suis reporté au Mémoire précité de M. de Saint-Venant. J'ai constaté que nous n'étions pas d'accord, et j'ai reconnu que cela tient à ce qu'il a commis une erreur dans l'établissement de l'une des conditions relatives à l'encastrement, et qu'il n'a pas tenu compte de l'une des conditions qui se rapportent à la base libre, quoiqu'il l'eût bien précisée dans le cours de son travail.

» Considérons un prisme dont l'axe Ox est horizontal, encastré à son extrémité O. La verticale du point O est Oy et Oz est l'axe de flexion.

» Soient

Ω la section du prisme;

I_y, I_z ses moments d'inertie par rapport aux parallèles à Oy, Oz menées par son centre de gravité;

l la longueur de la pièce.

» Supposons que dans le plan xOy on adapte un poids P à l'extrémité libre du prisme; l'axe de figure de ce prisme prendra une certaine forme tangente en O à Ox.

» *Conditions relatives à l'encastrement.*

$$\text{(A)} \qquad u = 0, \qquad v = 0, \qquad w = 0, \qquad \frac{dv}{dx} = 0 \quad (^1)$$

pour $x = 0$, $y = 0$, $z = 0$.

» *Conditions relatives à l'extrémité libre.* — Nous désignerons par $d\omega$ un élément de Ω.

» Nous avons

$$p_{xx} = 0$$

---

(1) Par inadvertance M. de Saint-Venant a remplacé cette condition par

$$\frac{du}{dy} = 0,$$

y étant ici son z et *vice versa*.

pour $x = l$, quels que soient y, z, et

$$\text{(B)} \qquad \int p_{xy}\, d\omega + \mathrm{P} = 0 \quad (^1).$$

» *Conditions relatives à la symétrie.* — Quel que soit x, les quantités u, v, p_{xx}, p_{xy} doivent conserver les mêmes valeurs quand on y change z en $-z$. Au contraire, w et p_{xz} doivent changer de signe.

» *Hypothèses.* — Nous supposerons, sous la réserve de vérification ultérieure, que l'on a dans toute la masse

$$\text{(1)} \qquad p_{yy} = 0, \qquad p_{zz} = 0,$$

$$\text{(1')} \qquad p_{yz} = 0.$$

» *Conditions relatives à la surface latérale.* — En vertu des valeurs (1) et (1'), ces conditions se réduisent à

$$\text{(C)} \qquad p_{xy}\, dz - p_{xz}\, dy = 0.$$

» *Expressions des déplacements.* — En ayant égard aux valeurs (1) et (1'), les équations de l'équilibre intérieur se réduisent à

$$\text{(2)} \qquad \frac{dp_{xx}}{dx} + \frac{dp_{xy}}{dy} + \frac{dp_{xz}}{dz} = 0,$$

$$\text{(2')} \qquad \frac{dp_{xy}}{dx} = 0,$$

$$\text{(2'')} \qquad \frac{dp_{xz}}{dx} = 0.$$

» Les équations (1) reviennent à

$$\lambda\left(\frac{du}{dx} + \frac{dw}{dz}\right) + (\lambda + 2\mu)\frac{dv}{dy} = 0,$$

$$\lambda\left(\frac{du}{dx} + \frac{dv}{dy}\right) + (\lambda + 2\mu)\frac{dw}{dz} = 0;$$

d'où

$$\text{(3)} \qquad \frac{dv}{dy} = \frac{dw}{dz} = -\frac{\lambda}{2(\lambda + \mu)}\frac{du}{dx},$$

et l'on a

$$\text{(4)} \qquad p_{xx} = -\lambda\left(\frac{dv}{dy} + \frac{dw}{dz}\right) - (\lambda + 2\mu)\frac{du}{dx} = -\frac{\mu(3\lambda + 2\mu)}{\lambda + \mu}\frac{du}{dx}.$$

---

(1) C'est cette condition dont M. de Saint-Venant a omis de tenir compte.

» On remarquera que dans cette expression le coefficient de $\frac{du}{dx}$ est le coefficient d'élasticité de la matière.

» Nous n'avons plus maintenant à nous occuper des équations (1).

» Faisons encore une nouvelle hypothèse et admettons que, comme dans la théorie de la résistance des matériaux, nous ayons

$$\text{(D)} \qquad \frac{du}{dx} = Ay,$$

en désignant par A une fonction inconnue de x. La condition

$$\int p_{xx}\, d\omega = 0,$$

que nous n'avons pas écrite, se trouve satisfaite.

» En exprimant que la somme des moments, par rapport à la parallèle à Oz, menée par le centre de gravité de la section correspondant à x, des $p_{xx}\, d\omega$ et de P est nulle, on a

$$-\int p_{xx}\, y\, d\omega + P(l-x) = 0;$$

d'où, en ayant égard aux valeurs (4) et (D),

$$A = -\frac{\lambda+\mu}{\mu(3\lambda+2\mu)} \frac{P(l-x)}{I_z}.$$

» La formule (D) donne alors

$$(5) \qquad \frac{du}{dx} = -\frac{\lambda+\mu}{\mu(3\lambda+2\mu)} \frac{P(l-x)}{I_z} y,$$

$$(5') \qquad \frac{d^2 u}{dx\, dy} = -\frac{\lambda+\mu}{\mu(3\lambda+2\mu)} \frac{P(l-x)}{I_z}.$$

» On déduit de l'équation (5)

$$(6) \qquad u = -\frac{\lambda+\mu}{\lambda(3\lambda+2\mu)} \frac{P}{I_z} \left[\left(l - \frac{x}{2}\right) xy + f(y, z)\right],$$

f étant une fonction arbitraire qui doit s'annuler avec y et z.

» L'équation (2') revient à la suivante

$$\text{(E)} \qquad \frac{d^2 v}{dx^2} = -\frac{d^2 u}{dx\, dy},$$

dont le premier membre représente la courbure $\frac{1}{\rho}$, correspondant à x, d'une file quelconque de molécules primitivement parallèle à Ox.

» L'équation (5') donne alors la formule

(F) $$E\frac{I_z}{\rho} = P(l-x)$$

de la résistance des matériaux.

» En ayant égard à la valeur (5), la formule (3) devient

$$\frac{dv}{dy} = \frac{dw}{dz} = \frac{\lambda}{2\mu(3\lambda+2\mu)}\,\frac{P(l-x)y}{I_z},$$

d'où, en désignant par $\varphi(x, z)$, $\psi(x, y)$ deux fonctions arbitraires,

(G) $$\left\{\begin{aligned} v &= \frac{\lambda P}{2\mu(3\lambda+2\mu)}\left[(l-x)\frac{y^2}{2} + \varphi(x, z)\right], \\ w &= \frac{\lambda P}{2\mu(3\lambda+2\mu)}\left[(l-x)yz + \psi(x, y)\right]; \end{aligned}\right.$$

mais, comme w doit changer de signe avec z, il faut que $\psi = 0$, et la seconde de ces équations se réduit à

(7) $$w = \frac{\lambda P}{2\mu(3\lambda+2\mu)}(l-x)yz.$$

» En substituant les valeurs (G) et (7) dans l'équation

$$\frac{dv}{dz} + \frac{dw}{dy} = 0,$$

qui est l'équivalente de (1'), on trouve

$$\frac{d\varphi(x, z)}{dz} = -(l-x)z,$$

d'où

(H) $$\varphi(x, z) = -(l-x)\frac{z^2}{2} + \chi(x),$$

$\chi(x)$ étant une nouvelle fonction arbitraire.

» L'équation (E), équivalente de (2'), donne, en ayant égard aux valeurs (G), (H) et (5'),

$$\frac{d^2\chi(x)}{dx^2} = \frac{2(\lambda+\mu)}{\lambda}(l-x),$$

d'où

$$\chi(x) = \frac{\lambda+\mu}{\lambda}\left(l - \frac{x}{3}\right)x^2,$$

sans introduire un terme constant ni un terme en x, parce qu'on doit avoir

$$v = 0, \quad \frac{dv}{dx} = 0 \quad \text{pour} \quad x = 0, \quad y = 0, \quad z = 0.$$

Il vient donc

$$(8) \qquad v = \frac{\lambda P}{2\mu(3\lambda + 2\mu)I_z}\left[\frac{(l-x)(y^2 - z^2)}{2} + \frac{\lambda + \mu}{\lambda}\left(l - \frac{x}{3}\right)x^2\right].$$

» L'équation (2''), ou

$$\frac{d^2 w}{dx^2} + \frac{d^2 u}{dx\,dz} = 0,$$

est satisfaite par les valeurs (6) et (7).

» Il ne nous reste plus qu'à avoir égard aux conditions (B) et (C) et à l'équation (2).

» *Expressions des pressions.* — Des équations (4) et (5) on déduit

$$(9) \qquad p_{xx} = \frac{P}{I_z}(l - x),$$

et la première des conditions (B) se trouve satisfaite.

» Nous avons maintenant, en ayant égard à ce qui précède,

$$(10) \quad p_{xy} = -\mu\left(\frac{du}{dy} + \frac{dv}{dx}\right) = \frac{P}{(3\lambda + 2\mu)I_z}\left[\lambda\frac{y^2 - z^2}{4} + (\lambda + \mu)\frac{df(y, z)}{dy}\right],$$

$$(11) \quad p_{xz} = -\mu\left(\frac{du}{dz} + \frac{dw}{dx}\right) = \frac{P}{(3\lambda + 2\mu)I_z}\left[\frac{\lambda}{2}yz \qquad + (\lambda + \mu)\frac{df(y, z)}{dz}\right].$$

» En portant les valeurs (9), (10) et (11) dans l'équation (2), on trouve

$$(12) \qquad \frac{d^2 f}{dy^2} + \frac{d^2 f}{dz^2} = 2y.$$

» Si l'on pose

$$(13) \qquad (\lambda + \mu)f = (\lambda + \mu)\frac{y^3}{3} - \lambda\frac{yz^2}{4} + \lambda\frac{y^3}{12} + f_1(y, z),$$

la fonction f_1 devra satisfaire à l'équation

$$(14) \qquad \frac{d^2 f_1}{dy^2} + \frac{d^2 f_1}{dz^2} = 0$$

avec la condition $f_1 = 0$ pour $y = 0$, $z = 0$; on a alors

$$(10') \qquad p_{xy} = \frac{P}{(3\lambda + 2\mu) I_z} \left[\left(\frac{3}{2}\lambda + \mu \right) y^2 - \lambda \frac{z^2}{2} + \frac{df_1}{dy} \right],$$

$$(11') \qquad p_{xz} = \frac{P}{(3\lambda + 2\mu) I_z} \frac{df_1}{dz}.$$

» *Condition finale relative à la surface latérale.* — La condition (C) devient

$$(15) \qquad \left[\left(\frac{3}{2}\lambda + \mu \right) y^2 - \lambda \frac{z^2}{2} + \frac{df_1}{dy} \right] dz - \frac{df_1}{dz} dy = 0.$$

» Dans chaque question on donnera à f_1 la forme qui lui convient.

» Supposons, par exemple,

$$f_1 = F(y + iz) + F_1(y - iz),$$

F, F_1 étant deux fonctions arbitraires et i représentant $\sqrt{-1}$. Pour que p_{xz} change de signe avec z, il faut qu'il en soit de même de f_1, ce qui exige que $F'(y) = F'_1(y)$. Si l'on pose

$$F'(y) = \theta(y),$$

et si l'on suppose que la forme de $\theta(y)$ ait été déterminée, on aura

$$f_1 = \int_0^{y+iz} \theta(y)\, dy + \int_0^{y-iz} \theta(y)\, dy.$$

» L'équation (15) devient alors

$$(15') \qquad \left\{ \begin{array}{l} \left[\left(\frac{3}{2}\lambda + \mu \right) y^2 - \frac{\lambda}{2} z^2 + \theta(y + iz) + \theta(y - iz) \right] dz \\ \qquad\qquad - i [\theta(y + iz) - \theta(y - iz)]\, dy = 0. \end{array} \right.$$

» Nous reviendrons sur ce sujet dans une prochaine Communication. »

ÉLECTRICITÉ. — *Note sur un instrument servant à reproduire à volonté une quantité invariable d'électricité;* par M. **Marcel Deprez.**

« L'instrument que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie a pour but de permettre de reproduire facilement, en tout temps et dans n'importe quelles conditions de température ou de pression, l'unité de quantité d'électricité qui a reçu le nom de *coulomb*.

» Il se compose d'un tube en U, dont les deux branches sont fermées à la lampe et terminées par des boules en verre dont le volume est beaucoup plus considérable que celui des parties cylindriques. L'une des boules, ainsi que la branche qui lui correspond, est complètement remplie d'eau acidulée avec de l'acide phosphorique; la seconde branche contient également un peu de ce liquide à la partie inférieure; mais, dans la plus grande partie de sa longueur, elle est remplie d'air à une pression déterminée, ainsi que la boule qui la termine. La branche remplie de liquide porte quatre fils en platine situés en regard l'un de l'autre deux à deux, deux à la partie supérieure de la boule et deux autres dans la partie cylindrique, un peu au-dessous du point le plus bas de la boule. Si dans ces deux derniers on lance un courant électrique, l'eau est décomposée et le mélange tonnant résultant de cette décomposition s'accumule dans la boule supérieure, pendant que le liquide refoulé dans la seconde branche remonte dans celle-ci en comprimant l'air dans la seconde boule. Si l'on a eu soin de noter le point de départ de la colonne liquide dans la seconde branche qui est divisée en parties d'égale capacité, ainsi que le point où elle s'arrête quand on supprime le courant, on a tous les éléments nécessaires pour connaître la quantité d'électricité dépensée pour engendrer le mélange tonnant; et il est facile de voir que, si le volume de ce mélange, mesuré par l'ascension du liquide dans la seconde branche, est toujours le même, la quantité d'électricité nécessaire pour le produire sera également invariable, et cela quelle que soit la température de l'instrument, pourvu qu'elle soit la même dans les deux branches, condition facile à réaliser. Quant à la pression barométrique et à l'état hygrométrique de l'air, ils n'ont évidemment aucune influence sur les résultats, puisque le tube est scellé à la lampe. Enfin, le liquide employé étant toujours le même, on voit que cet instrument permet de reproduire, comme je le disais, chaque fois qu'on le veut, une quantité de gaz correspondant à une quantité invariable d'électricité prise pour étalon, toute l'opération se bornant à la lecture d'un volume, toujours le même, sans qu'il y ait *aucune correction à faire*, tandis que, avec le voltamètre ordinaire, les corrections relatives à la température, à la pression et à la tension de la vapeur sont loin d'être négligeables.

» Pour que l'instrument puisse servir indéfiniment, il faut pouvoir reformer l'eau décomposée à chaque opération; c'est à cela que servent les fils de platine situés à la partie supérieure de la boule où s'accumule le mélange tonnant. Il suffit de faire passer une étincelle entre ces fils pour

provoquer la combustion du mélange tonnant : l'eau acidulée vient alors remplir de nouveau la boule, et l'instrument est prêt pour une nouvelle opération. On peut donner à l'appareil une sensibilité plus ou moins grande en remplissant la seconde branche avant de la sceller avec de l'air dont la pression peut être inférieure ou supérieure à celle de l'atmosphère. Quant à l'emploi de cet appareil pour la graduation des instruments destinés aux mesures électriques, je pense qu'il est inutile d'entrer dans des détails à cet égard.

» Cet instrument a été soumis à de nombreuses expériences dans lesquelles on a comparé ses indications à celles du voltamètre ordinaire, soumises à toutes les corrections que comportent la température, la pression atmosphérique, etc. Ces expériences, faites avec un grand soin par M. Minet, l'un des ingénieurs attachés aux expériences de Creil, a montré que l'on peut avoir pleine confiance dans les indications du nouvel appareil. »

ÉLECTRICITÉ. — *Électromètre absolu sphérique;* par M. LIPPMANN.

« Cet instrument se compose essentiellement d'une sphère métallique isolée, que l'on porte au potentiel V que l'on désire connaître. Cette sphère se trouve partagée, par construction, en deux hémisphères mobiles l'un par rapport à l'autre, et qui se repoussent avec une force égale à f, lorsque leur système est électrisé.

» Or on a entre f et V la relation simple et facile à démontrer

$$f = \frac{1}{8} V^2.$$

» Pour avoir V, il suffit donc de mesurer f. Cette mesure pourrait être effectuée par divers procédés; je me suis arrêté au suivant :

» D'abord, si l'appareil destiné à mesurer f était extérieur à la sphère métallique, on serait obligé de le mettre assez loin pour que son voisinage n'exerçât pas d'action perturbatrice sensible sur la distribution électrique. J'ai donc préféré le mettre tout entier à l'intérieur même de la sphère électrisée, qui est creuse.

» L'un des hémisphères est fixe; l'autre, mobile, est suspendu par un système *trifilaire*, c'est-à-dire composé de trois fils verticaux d'égale longueur. Lorsque la répulsion se produit, l'hémisphère mobile ne peut que

se déplacer parallèlement à lui-même, les trois fils de la suspension faisant alors un petit angle α avec leur première position verticale. On mesure α par la méthode de la réflexion, à l'aide d'un miroir collé à deux des fils, et visible à travers une petite ouverture ([1]). On voit qu'en appelant p le poids de l'hémisphère mobile, on a

$$f = p \operatorname{tang} \alpha$$

et, par conséquent,

$$p \operatorname{tang} \alpha = \frac{1}{8} V^2.$$

» Il suffit donc de connaître le poids p, qui est invariable; quant au rayon de la sphère, on voit que sa valeur est indifférente.

» Dans un second exemplaire du même instrument, que j'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie, le système des deux hémisphères est contenu à l'intérieur d'une enveloppe sphérique concentrique en cuivre que l'on met en communication avec la terre. Ce dispositif augmente la sensibilité de l'instrument et le met à l'abri des courants d'air, ainsi que des perturbations électriques extérieures.

» Si l'on appelle a et b les rayons des deux sphères concentriques, on a la formule

$$= \frac{1}{8} \frac{b^2}{(b-a)^2} V^2.$$

» Ici l'on a

$$a = 3^{cm},9, \qquad b = 4^{cm},92, \qquad p = 3^{gr},322.$$

Il s'ensuit que, si l'on place une échelle divisée en millimètres à 1^m de la règle, on a, pour valeur de la déviation,

$$d = 0,00373 V^2.$$

» Si l'on exprime V en volts, on a

$$d = 0,0000140 V^3.$$

» Il est avantageux de multiplier optiquement la sensibilité de l'instrument en lisant les déviations à l'aide d'un oculaire de microscope grossissant de 15 à 50 fois, comme l'a proposé récemment M. d'Arsonval. On diminue alors dans le même rapport la déformation, d'ailleurs très petite, que subit le système des deux hémisphères par suite de la déviation. »

([1]) L'appareil a été construit par la maison Breguet.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les Concours de l'année 1886.

Le dépouillement donne les résultats suivants :

Prix Lallemand : MM. Vulpian, Gosselin, Charcot, Larrey et Richet réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. Marey et de Quatrefages.

Prix Montyon (Physiologie expérimentale) : MM. Vulpian, Gosselin, Marey, Charcot et Milne-Edwards réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. Blanchard et de Quatrefages.

Prix Gay (Recherches sur les déformations du niveau de la surface des mers dans le voisinage des continents, par l'effet des attractions locales dues au relief du sol) : MM. F. Perrier, Bouquet de la Grye, Daubrée, Grandidier et Cornu réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. Faye et d'Abbadie.

Prix Montyon (Arts insalubres) : MM. Boussingault, Peligot, Fremy, Vulpian et Schlœsing réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. Mangon et Troost.

Prix Trémont : MM. Jurien de la Gravière, Fremy, Lévy, Pasteur et Phillips réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. Bertrand et Resal.

Prix Gegner : MM. Jurien de la Gravière, Bertrand, Fremy, Boussingault et Hermite réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. Phillips et Haton de la Goupillière.

MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur les poisons qui existent normalement dans l'organisme et en particulier sur la toxicité urinaire.* Note de M. **Ch. Bouchard.**

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

« Les principes chimiques constitutifs de l'organisme des animaux, tous utiles et indispensables, peuvent tous devenir nuisibles quand ils se trouvent hors de la proportion normale. Ainsi l'oxygène, l'eau, le chlorure de sodium tuent quand ils sont introduits en excès, et le chlorure de potassium est mortel à $0^{gr},18$ par kilogramme. L'homme est, comme les autres animaux, incessamment traversé par des poisons venus de sources diverses, introduits ou formés dans son corps. Et cependant, à l'état normal, il ne s'empoisonne pas; car il est prémuni contre cette intoxication toujours imminente par trois causes principales : 1° les oxydations intra-organiques qui détruisent certains poisons; 2° le foie qui en arrête et en détruit d'autres; 3° les émonctoires qui en excrètent la plus grande partie.

» On peut physiologiquement apprécier le degré de toxicité des poisons qui traversent l'organisme, en déterminant expérimentalement le degré de toxicité des matières expulsées par chaque émonctoire; c'est-à-dire, en calculant quelle masse de matière vivante peut être tuée par les matières qu'élimine en un temps donné chaque organe d'excrétion. J'appelle *toxie* l'unité toxique, terme de comparaison indispensable pour cette recherche, c'est-à-dire ce qui est nécessaire pour tuer 1^{kg} de matière vivante. Je me suis servi toujours, pour mes estimations, de la même matière vivante, le lapin, et de la même méthode d'expérimentation, l'injection intra-veineuse pratiquée rapidement, dans des temps sensiblement égaux. Suivant que j'apprécie le nombre d'unités toxiques éliminées en un temps donné par les excrétions biliaire, intestinale, cutanée, urinaire, je désigne ces unités sous les noms de *cholétoxie, coprotoxie, dermatoxie, urotoxie.* Par cette méthode ne peut actuellement être étudiée l'unité toxique de l'exhalation pulmonaire ou *pneumotoxie.*

» Aujourd'hui j'étudierai la toxicité des matières qui sont éliminées par la sécrétion urinaire.

» La toxicité de l'urine normale, affirmée de tout temps, n'est démontrée

que depuis cinq ans à peine. On a d'abord établi la toxicité de certaines substances extraites de l'urine. Puis la toxicité de l'urine en nature a été prouvée en 1881, par Feltz et Ritter, au moyen de l'injection intra-veineuse.

» J'ai, par cette méthode, étudié dès 1883 les caractères de cette intoxication; j'en complète aujourd'hui la description, consignée en partie dans une Note à la Société de Biologie (6 décembre 1884). Après l'injection intra-veineuse de 10^{cc} à 15^{cc} d'urine normale, apparaît une contraction de la pupille, qui s'accentue jusqu'à rendre celle-ci punctiforme. Bientôt on note l'accélération des mouvements respiratoires, avec diminution de leur amplitude, puis l'indécision des mouvements et la somnolence, l'augmentation de la sécrétion urinaire et la fréquence des émissions d'urine. La température baisse par diminution de la calorification, à tel point que l'hypothermie peut parfois expliquer la mort.

» On constate la diminution des réflexes palpébraux et cornéens, souvent l'exophthalmie. La mort arrive sans convulsion, en général, ou avec des secousses musculaires modérées, ou, dans des conditions déterminées, avec opisthotonos. Les battements du cœur persistent, ainsi que la contractilité musculaire. La pupille reste étroite ou quelquefois se dilate. Si la dose d'urine injectée suffit pour produire le coma, et non la mort, l'animal reste en résolution, respirant faiblement, réfrigéré, avec myosis et émissions d'urine toutes les deux minutes. On constate une extrême dilatation des vaisseaux superficiels.

» Puis la torpeur diminue, la calorification remonte, la pupille se dilate. Au bout d'une demi-heure, l'animal est redevenu et reste bien portant.

» L'albuminurie est rare, ou légère et passagère. Après injection de certaines urines pathologiques, elle est au contraire constante et notable; on peut même voir de l'hématurie.

» L'abaissement de la température après l'injection d'urine n'est pas le résultat de l'équilibration des températures du corps et du liquide injecté, mais résulte d'une diminution dans la production de la chaleur animale. En effet, en instituant des expériences comparatives où j'injectais des quantités égales d'eau et d'urine, j'ai toujours constaté que l'eau augmente la calorification et que l'urine la diminue.

» La quantité d'urine nécessaire pour tuer 1^{kg} de matière vivante est extrêmement variable à l'état normal; d'autant moins toxique qu'elle est plus diluée, elle peut être moins toxique que l'eau distillée. En moyenne, une urotoxie est représentée par 45^{cc} de l'urine normale de l'homme adulte. L'urine ne tue donc, ni par action mécanique, ni par action phy-

sique sur le sang : elle tue seulement par les matières qu'elle tient en dissolution. Bien que j'aie vérifié qu'elle ne peut tuer par sa réaction acide, je l'ai toujours neutralisée exactement avant de l'injecter.

» La détermination de l'urotoxie m'a permis d'établir le coefficient urotoxique de l'homme, c'est-à-dire la quantité d'urotoxies que l'unité de poids fabrique et élimine dans l'unité de temps. L'homme adulte, bien portant, élimine en vingt-quatre heures, par chaque kilogramme de son poids, une quantité de poison urinaire capable de tuer 465^{gr} de matière vivante. Son coefficient urotoxique est donc 0,465. Calculs faits, l'homme met en moyenne deux jours et quatre heures pour fabriquer la masse de poison urinaire qui serait capable de l'intoxiquer lui-même. A l'état sain, le coefficient urotoxique est presque invariable, très variable au contraire à l'état pathologique. Il peut dépasser 2 et descendre au-dessous de 0,1.

» Il me reste à étudier les variations de qualité et d'intensité de la toxicité urinaire, suivant des circonstances multiples : activité cérébrale, activité musculaire, sommeil, alimentation, etc.; à déterminer les substances dont dépend cette toxicité ; à indiquer leurs origines. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Buisson** adresse, par l'entremise de M. le général Favé, deux Mémoires, intitulés « Sur un nouveau mode de tir au repos, et sur une nouvelle pratique du maniement de l'arme, de la charge et du tir au repos et dans la course », et « Sur le feu dans la course ».

(Renvoi au concours du prix de Mécanique et au concours du prix Trémont.)

M. **Paulicié** adresse, de Croatie, une Note relative à un procédé pour combattre le Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

M. **A. Chauveau**, M. **Saint-Cyr**, M. **Raillet**, M. **Arloing** prient l'Académie de les comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante, dans la Section d'Économie rurale, par le décès de M. *Bouley*.

(Renvoi à la Section d'Économie rurale.)

M. **Bureau** prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante, dans la Section de Botanique, par le décès de M. *L.-B. Tulasne.*

(Renvoi à la Section de Botanique.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Mémoire de M. *Mannheim*, intitulé « Mémoire d'optique géométrique ».

2° Un Volume de M. *Gustave Richard*, accompagné d'un atlas de planches, et intitulé « La chaudière locomotive et son outillage ». (Présenté par M. Haton de la Goupillière.)

3° Une brochure intitulée « L'Œuvre de Jean-Baptiste Dumas », par M. *Ernest Maindron*, avec une introduction par M. *Schützenberger.* (Présentée par M. Friedel.)

4° Une « Notice sur la vie et les travaux de Charles-Adolphe Wurtz »; par M. *Friedel.*

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le développement en série de polynômes d'une fonction holomorphe dans une aire quelconque.* Note de M. **P. Painlevé**, présentée par M. Hermite.

« Soit une aire convexe S, limitée par une courbe s, n'ayant en chaque point qu'un contact simple avec sa tangente. Traçons un cercle C tangent à s au point M et comprenant S à son intérieur. Si a est le centre de C, z l'affixe de M, x un point intérieur à S, l'expression $\frac{1}{z-x}$ peut se développer ainsi

$$\frac{1}{z-x}=\frac{1}{z-a}+\frac{x-a}{(z-a)^2}+\ldots+\frac{(x-a)^n}{(z-a)^{n+1}}+\ldots=\mathrm{A}(z).$$

Faisons parcourir au point z la courbe s, a variant avec z d'une manière continue, sauf aux points anguleux de s. La série $\mathrm{A}(z)$ converge sur s uniformément et représente $\frac{1}{z-x}$. D'autre part, si $\mathrm{F}(x)$ est une fonction holomorphe dans S et sur s, on a

$$\mathrm{F}(x)=\frac{1}{2i\pi}\int_s\frac{\mathrm{F}(z)\,dz}{z-x};$$

par suite,

$$F(x) = \frac{1}{2i\pi}\sum_{n=0}^{n=\infty}\int_s \frac{F(z)(x-a)^n\,dz}{(z-a)^{n+1}} = \sum_{n=0}^{n=\infty} P_n(x),$$

$P_n(x)$ désignant un polynôme en x de degré n. On voit donc qu'une fonction $F(x)$ holomorphe dans S *peut se développer dans cette aire en série de polynômes*.

» Ce développement est d'ailleurs possible d'une infinité de manières; de plus, les dérivées de $F(x)$ s'obtiennent en dérivant les termes de la série, ce qui conduit à des séries de même forme.

» Le raisonnement suppose essentiellement que la fonction $F(x)$ soit continue sur le contour s; il importe d'examiner le cas où il n'en est pas ainsi. Supposons qu'il existe une fonction de z, $P + iQ$, holomorphe dans la partie de S voisine de s, continue sur s, et telle que, si l'on pose

$$P + iQ = z - a,$$

le point a, quand z parcourt s, soit sur la normale en z à s. Considérons dans S l'ensemble des courbes σ, voisines de s, et normales en chacun de leurs points z à la droite joignant ce point z au point a défini par l'égalité précédente. Nous admettons encore que ces courbes sont fermées, sans points communs, et que chacune d'elles est comprise à l'intérieur des cercles qui passent par un de ses points z et ont a pour centre. On peut alors écrire, pour tout point x intérieur à une courbe σ,

$$F(x) = \frac{1}{2i\pi}\int_\sigma \frac{F(z)\,dz}{z-x} = \frac{1}{2i\pi}\sum\int_\sigma \frac{(x-a)^n}{(z-a)^{n+1}}F(z)\,dz = \sum P_n(x).$$

Désignons par σ' une seconde courbe σ comprise entre s et la première; pour tout point x intérieur à σ',

$$F(x) = \frac{1}{2i\pi}\sum\int_{\sigma'} \frac{(x-a)^n}{(z-a)^{n+1}}F(z)\,dz.$$

Mais

$$\int_\sigma \frac{(x-a)^n}{(z-a)^{n+1}}F(z)\,dz = \int_{\sigma'} \frac{(x-a)^n}{(z-a)^{n+1}}F(z)\,dx;$$

car la fonction de z placée sous le signe $\int$ est holomorphe entre σ et σ'. Il en résulte que la série $\sum P_n(x)$ converge et représente $F(x)$ dans S.

» Tout revient donc à trouver une fonction $P + iQ$ jouissant des propriétés admises. Soit $z_1 = \varphi(z)$ une des fonctions qui représentent d'une

manière conforme S sur un cercle ayant l'origine pour centre. Si, pour tout point z de s, les dérivées $\frac{dz}{dl}$, $\frac{d^2z}{dl^2}$ (l étant l'arc de courbe) existent et sont continues, nous montrons que la fonction

$$P + iQ = K\frac{\varphi(z)}{\varphi'(z)},$$

pour des valeurs réelles de K suffisamment grandes, répond aux conditions exigées.

» On peut rapprocher le développement précédent d'un développement qui se déduit de la série de Lagrange. L'équation

$$z = \alpha x + (1 - \alpha) z f(z)$$

a une racine qui tend vers zéro avec α. Appliquons la première forme de la série de Lagrange à l'équation

$$G(z) = z - a - \alpha\lambda(z) = 0,$$

en faisant

$$\lambda(z) = \frac{x + z f(z)}{1 + f(z)}, \qquad \Pi(z) = \frac{F(z)}{1 + f(z)} \qquad \text{et} \qquad a = 0.$$

» Il vient

$$\frac{\Pi(\zeta)}{G'(\zeta)} = \frac{F(\zeta)}{1 + (1 - \alpha)(f + \zeta f')}$$
$$= \sum_{n=0}^{n=\infty} \frac{\alpha^n}{1.2\ldots n} D^n_{a=0}\left[\frac{x + a f(a)}{1 + f(a)}\right]^n \frac{F(a)}{1 + f(a)} = \sum_{n=0}^{n=\infty} \alpha^n P_n(x).$$

» D'après la condition connue, cette série converge pour $\alpha = 1$ et représente $F(x)$ dans une aire S, si, pour tout point x de S, on a, quand z parcourt le contour s,

$$\left|\frac{\lambda(z)}{z}\right| < 1.$$

» Si l'on se donnait s, il faudrait montrer qu'à ce contour, supposé convexe, correspond une fonction $f(z)$ telle que cette condition soit satisfaite. Mais la recherche de $f(z)$ revient précisément à celle de la fonction $P + iQ$, indiquée plus haut.

» On peut déduire, de ce qui précède, des formes de développements s'appliquant à une aire S absolument quelconque. On est conduit à d'autres formes aussi générales, en entourant S de cercles tangents à s et extérieurs à S.

» Ces résultats ont leurs analogues dans la théorie des fonctions $V(x, y, z)$ qui satisfont à l'équation $\Delta V = 0$. En particulier, une fonction V régulière dans un volume convexe S, et continue sur la surface de s, ainsi que ses dérivées premières, *est développable en série des polynômes* $P_n(x, y, z)$ *satisfaisant à l'équation* $\Delta P_n = 0$. »

PHYSIQUE. — *Sur l'étude calorimétrique des métaux aux hautes températures.* Note de M. **Pionchon**, présentée par M. Debray.

« Le premier essai d'une étude calorimétrique complète d'un corps est dû à Pouillet [1], qui s'appliqua, à l'aide de son pyromètre à air, à déterminer la chaleur spécifique moyenne du platine entre zéro et les degrés les plus élevés de l'échelle thermométrique. Weber [2] a fait depuis l'étude du carbone et M. Violle [3] celle des métaux précieux. Je me suis proposé d'étendre ces recherches aux autres corps, en particulier aux métaux communs et aux alliages.

» La méthode de mesure des températures qui m'a semblé le mieux convenir à ces expériences est la méthode calorimétrique. Cette méthode est presque aussi ancienne que la calorimétrie, car la première idée en paraît due à Irwine. C'était pour lui donner toute la rigueur et la précision désirables que Pouillet avait fait l'étude calorimétrique du platine. J'emploie, au lieu de la formule de Pouillet, pour représenter la quantité de chaleur abandonnée par 1^{gr} de platine passant de t^o à 0°, celle qui se déduit des expériences de M. Violle :

$$q_0^t = 0,0317t + 0,000006t^2.$$

» Une sphère de platine est donc chauffée à côté du corps à étudier, et chaque expérience consiste en deux opérations calorimétriques, faites au même instant, l'une portant sur le corps, l'autre sur la sphère : cette dernière fait connaître la température. Il faut que les corps aient bien la même température au sortir de l'enceinte chaude et la conservent jusqu'au moment de leur immersion dans les calorimètres. On reconnaît

(1) *Comptes rendus*, p. 782; 1836.
(2) *Ann. der Phys. und Chem.*, t. CLIV (1875), p. 367 et 553.
(3) *Comptes rendus*, p. 543, 1877; p. 981, 1878; p. 702, 1879.

jusqu'à quel point ces conditions sont remplies, en faisant porter les deux opérations calorimétriques sur du platine.

» Le Tableau suivant indique les quantités de chaleur perdues par 1^{gr} de platine de part et d'autre pour s'abaisser de la température que possédaient les deux masses à leur entrée dans les calorimètres jusqu'à zéro :

T.	Sphère.	Culot de platine.	Différence.	Rapport de la différence à la moyenne.
864	31,875	31,850	0,025	$\frac{1}{1274}$
880,5	32,59	32,60	—0,01	$\frac{1}{3260}$
996,5	37,569	37,545	0,024	$\frac{1}{1564}$
1097	41,988	41,950	0,038	$\frac{1}{1104}$

» L'accord est aussi parfait que possible, et l'on en doit conclure que la température initiale était bien la même des deux côtés.

» Avant d'aborder les difficultés particulières que les métaux ordinaires apportent avec eux dans ces expériences, en raison soit de leur fusibilité, soit de leur oxydabilité, j'ai étudié deux alliages : du platine iridié et du platine palladié, pour lesquels ces difficultés n'existaient pas et sur lesquels je pouvais opérer en restant dans les conditions où je me trouvais pour les expériences préliminaires faites sur le platine. Le platine iridié que j'ai examiné est l'alliage qui est employé actuellement pour la confection des mètres et des kilogrammes étalons. Cet alliage, dont un échantillon m'a été obligeamment prêté par M. Debray, contient exactement 10 pour 100 d'iridium. On voit, en jetant les yeux sur le Tableau suivant, qu'il demande, pour être porté aux différentes températures, identiquement les mêmes quantités de chaleur que le platine pur :

T.	Platine.	Platine iridié.	Différence.	Rapport de la différence à la moyenne.
632,5	22,477	22,459	0,018	$\frac{1}{1249}$
781,5	28,486	28,464	0,022	$\frac{1}{1294}$
892	33,087	33,103	—0,016	$\frac{1}{2068}$
920	34,239	34,277	—0,038	$\frac{1}{901}$

» Cela revient à dire qu'il se comporte comme un mélange, car M. Violle avait trouvé que la chaleur spécifique de l'iridium était égale à celle du platine. Cette dernière circonstance, très particulière, n'existe plus pour le palladium, qui a, au contraire, une chaleur spécifique fort diffé-

rente de celle du platine. Pour ce métal, en effet, on a

$$q_0^t = 0,0582t + 0,000010t^2.$$

Le platine palladié que j'ai étudié contenait 0,1224 de palladium pour 0,8776 de platine. Il m'a donné les résultats suivants :

	q_0^t.					Rapport de la différence à la
			Platine palladié			
T.	Platine.	Palladium.	trouvé.	calculé.	Différence.	moyenne.
628,1	22,279	40,500	24,519	24,505	0,014	$\frac{1}{1750}$
809,8	29,605	53,680	32,602	32,551	−0,051	$\frac{1}{638}$
1006,8	37,996	68,609	41,762	41,742	−0,020	$\frac{1}{2087}$
1047,5	39,786	71,937	43,728	43,721	−0,007	$\frac{1}{6246}$

» On voit que ces résultats peuvent encore se calculer en considérant l'alliage comme un mélange.

» Pour opérer sur les métaux ordinaires, je les renferme dans de petites boîtes en fer qui sont elles-mêmes protégées contre l'oxydation par des enveloppes de platine. Cette manière d'opérer exigeait une étude préalable du fer. J'ai trouvé de 0° à 100° pour le métal que j'emploie, exactement la chaleur spécifique 0,1137 donnée par Regnault pour le fer très pur dont il s'est servi. Ce métal m'a paru présenter vers 700° une singularité qui devra faire l'objet d'une étude particulière. La courbe représentant les différentes valeurs de la quantité q_0^t affecte d'abord une forme parabolique, puis semble présenter entre 680° et 730° une inflexion. De 750° à 1000° elle se réduit très sensiblement à une ligne droite, de sorte que dans cet intervalle la chaleur spécifique du fer serait sensiblement constante et égale à 0,213. Ces résultats devront être confirmés par l'étude du même métal au delà de 1000°, ce que certaines difficultés ne m'ont pas permis de faire encore. »

ÉLECTRICITÉ. — *De l'effluvographie ou obtention de l'image par l'effluve.* Note de M. **D. Tommasi.**

« J'ai l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie les premiers résultats de mes recherches sur le moyen d'obtenir, par la seule action de l'effluve électrique (décharge obscure), les effets que l'on réalise par l'emploi de la lumière en photographie.

» Pour photographier les objets sans le concours de la lumière ou, plus exactement, pour les *effluvographier*, voici le dispositif que j'ai employé provisoirement :

» Deux brosses métalliques, disposées parallèlement en regard l'une de l'autre, sont reliées chacune à un pôle d'une machine de Holtz. Une plaque au gélatinobromure, sensiblement de même hauteur, est placée perpendiculairement aux brosses, de telle sorte que le plan de la face sensibilisée contienne les bords de ces brosses, ou en soit très voisin dans les deux sens. Le courant établi, une pose de quelques minutes est suffisante. Je n'ai pas besoin de rappeler que cette opération doit s'effectuer dans l'obscurité la plus complète. Il ne reste plus alors qu'à développer et à fixer, par les procédés ordinaires, l'image obtenue.

» Cette expérience tend à prouver que l'effluve produit les mêmes effets que les rayons ultra-violets, et que, par conséquent, il doit exister une liaison entre les deux parties extrêmes du spectre et que cette liaison est constituée par ce que j'appellerai provisoirement *rayons électriques* ([1]).

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur la séparation et le dosage du cuivre, du cadmium, du zinc, du nickel ou du cobalt, du manganèse et du fer.* Note de M. **Ad. Carnot**, présentée par M. Daubrée.

« Après avoir montré comment on peut, au moyen de l'hyposulfite d'ammoniaque ou de soude, séparer le cuivre du cadmium et celui-ci du zinc ([2]), je dois indiquer de quelle façon j'ai réussi à faire, au moyen de l'hydrogène sulfuré, la séparation du zinc, du nickel ou du cobalt, du manganèse et enfin du fer, en modifiant l'état des liqueurs pour les précipitations successives.

» Le *zinc* peut être précipité seul, à l'état de sulfure bien blanc, en neutralisant entièrement la solution par l'ammoniaque, puis acidifiant légèrement par l'acide oxalique et faisant arriver un courant rapide d'hydrogène sulfuré. Il convient d'opérer en liqueur étendue et froide, afin d'éviter qu'il ne se forme un dépôt d'oxalate de zinc ou des autres métaux.

([1]) Qu'il me soit permis d'exprimer ici tous mes remerciements à M. L. Vidal et à M. Hempel qui ont bien voulu mettre à ma disposition, le premier son matériel photographique, le second sa puissante machine de Holtz.

([2]) *Comptes rendus,* séance du 15 mars 1886.

» Le précipité formé renferme la totalité du zinc, qu'on peut doser à l'état de sulfure ZnS, après calcination dans l'hydrogène sulfuré sec.

» Si la dissolution, d'où l'on a éliminé le zinc, ne contient que du *nickel* ou du *cobalt*, on ajoute un peu d'ammoniaque et du sulfhydrate d'ammoniaqne. Après quelques minutes de digestion, on acidifie par l'acide acétique et l'on porte à l'ébullition, puis on recueille sur un filtre le sulfure de nickel ou de cobalt. Mais on doit s'assurer si le précipité est complet, en vérifiant si la dissolution filtrée ne se colore pas en brun ou en noir, lorsqu'on la traite par l'ammoniaque et le sulfhydrate; s'il y avait coloration, il faudrait décomposer de nouveau le sulfhydrate par l'acide acétique à l'ébullition. Le précipité est amené à la composition NiS ou CoS par calcination dans un creuset de Rose, traversé d'abord par un courant d'hydrogène sulfuré et ensuite par un courant d'hydrogène pur.

» Si la dissolution ne renferme que du *fer*, on le précipitera simplement par l'ammoniaque et le sulfhydrate.

» S'il y entre à la fois du *nickel* et du *fer*, on pourra précipiter et peser les deux métaux ensemble à l'état de sulfures NiS et FeS, en opérant de la même façon que pour le nickel seul ou bien comme il est indiqué ci-après.

» Enfin, si, après élimination du zinc, la liqueur contient encore *nickel*, *fer* et *manganèse*, on obtiendra la séparation de ces trois métaux en neutralisant la liqueur faiblement oxalique par l'ammoniaque, ajoutant de l'acétate neutre d'ammoniaque ou de soude en excès, acidifiant de nouveau très légèrement par l'acide acétique et faisant passer le courant d'hydrogène sulfuré pendant assez longtemps, puis bouchant la fiole et laissant déposer le précipité noir de sulfures de nickel et de fer. La dissolution filtrée, puis additionnée d'ammoniaque et de sulfhydrate, donne un précipité rose de sulfure de manganèse, parfaitement exempt d'autres métaux, qui fournit, par calcination dans l'hydrogène sulfuré, le sulfure vert et de composition bien définie MnS.

» Le même procédé, consistant dans l'emploi de l'hydrogène sulfuré en grand excès dans une liqueur faiblement acétique, fournit une séparation très nette du *fer* et du *manganèse*. Il pourra être appliqué dans différentes circonstances et méritera quelquefois d'être préféré à la méthode des acétates à l'ébullition; car celle-ci laisse à désirer, lorsque le fer est en quantité importante.

» Dans le même cas, la séparation du *fer* et du *zinc* se fait incomplètement par l'ammoniaque seule et même par les acétates. Elle réussit mieux par la méthode des sulfures, à la condition d'observer les précautions sui-

vantes : neutraliser presque exactement par l'ammoniaque, étendre de beaucoup d'eau, ajouter du chlorhydrate et seulement une faible quantité d'oxalate d'ammoniaque, afin de n'avoir pas de dépôt d'oxalate de fer, qui se mêlerait au sulfure de zinc et lui donnerait une coloration noire après calcination dans l'hydrogène sulfuré. Si cette circonstance se présentait, il faudrait calciner dans l'hydrogène pur avant de peser, puis tenir compte du sulfure FeS en redissolvant par l'eau régale et précipitant par l'ammoniaque la petite quantité de fer qui aurait été entraînée avec le zinc.

» Grâce aux nouvelles méthodes qui viennent d'être exposées, l'analyse des alliages, aujourd'hui si variés, où entrent le cuivre, le zinc, le nickel et parfois aussi le cobalt, le manganèse et le fer, l'analyse des minerais de zinc cadmifères, cuprifères, ferrugineux, etc., et celle des produits de leur traitement métallurgique deviendront désormais beaucoup plus faciles et plus simples que par le passé.

» Il me reste à présenter les résultats que j'ai obtenus dans l'essai de ces nouvelles méthodes, en faisant d'ailleurs observer que je n'ai pas donné à ces expériences de contrôle plus de temps et de soin qu'on n'en prend dans les analyses courantes.

» Je me suis servi de dissolutions préparées à l'avance des divers métaux et j'y ai fait, d'une part, le dosage direct de chaque métal, de l'autre, après mélange en proportions mesurées, la séparation et le dosage des métaux. Je mettrai en regard les résultats de ces deux opérations.

Séparation du cadmium *et du* zinc.

		Dosage direct.	Dosage après séparation.
		gr	gr
I.	CdO SO³	0,568	0,571
	ZnS	0,122	0,120
II.	CdO SO³	0,023	0,022
	ZnS	0,613	0,610

Séparation du cuivre, *du* zinc *et du* nickel.

		Dosage direct.	Dosage après séparation.
III.	Cu^2S	0,450	0,449
	ZnS	0,492	0,490
	NiS	0,136	0,138
IV.	Cu^2S	0,237	0,237
	ZnS	0,245	0,243
	NiS	0,068	0,070
	Fe^2O^3	0,120	0,118

Séparation du cuivre, *du* cadmium, *du* zinc, *du* nickel *et du* manganèse.

		Dosage direct.	Dosage après séparation.
		gr	gr
V.	Cu^2S	0,225	0,225
	$CdO\,SO^3$	0,227	0,230
	ZnS	9,368	0,367
	NiS	0,102	0,102
	MnS	0,203	0,198

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Des éléments du sucre de lait dans les plantes.* Note de M. **A. Müntz**, présentée par M. Hervé Mangon.

« Après avoir montré que le galactose, identique avec celui du sucre de lait des herbivores, se trouve dans les produits de dédoublement des substances végétales telles que les gommes, les corps pectiques, etc., il me semble utile de faire connaître combien est grande la diffusion de ces diverses substances dans les plantes et principalement dans celles qui entrent dans l'alimentation.

» Cette constatation n'est pas difficile; ce qui serait difficile serait de trouver un organe végétal qui fût entièrement dépourvu de ces substances. En effet, qu'on prenne une partie quelconque de n'importe quelle plante, racine, tige, feuille ou fruit, on y trouvera des corps pectiques, ou des gommes, ou des mucilages, et souvent les trois réunis.

» Ces substances peuvent être isolées et déterminées quantitativement. A proprement parler, les deux dernières se confondront dans les dosages, quand elles existeront simultanément; mais, comme leur rôle est le même, au point de vue que nous envisageons, il n'en résulte aucun inconvénient. Les corps pectiques peuvent toujours être ramenés à l'état d'acide pectique et dosés par une méthode que M. Schlœsing a fait connaître; les gommes et les mucilages sont isolés par le sous-acétate de plomb et par l'alcool, qui les précipitent de leurs solutions plus ou moins parfaites dans l'eau. Plusieurs traitements successifs permettent de les obtenir à un état de pureté relative. Leurs caractères spécifiques sont alors faciles à constater; le plus important est la transformation en acide mucique, sous l'influence de l'acide azotique.

» Les chimistes qui, anciennement, ont analysé les plantes, emploient souvent les expressions de *corps muqueux, mucilage, matière gommeuse*, et constatent l'abondance de ces substances dans les végétaux; mais leurs dé-

terminations ne se rapportent pas à des corps définis et comprennent, sous ces dénominations vagues, tous ceux qui sont susceptibles d'épaissir l'eau et de lui donner de la viscosité.

» Il était donc nécessaire d'effectuer de nouvelles recherches sur la diffusion des substances qui nous occupent ici et sur leur proportion dans les plantes. Je passerai en revue quelques-uns des principaux aliments végétaux consommés par l'homme et par les animaux domestiques. Le grain de blé renferme généralement 0,5 pour 100 de pectose, qu'on retrouve en grande partie dans le son, qui en contient jusqu'à 2 pour 100. Il y a, en outre, dans le grain 0,5 à 1 pour 100 de gomme qui reste dans la farine et, par suite, dans le pain. Le grain de seigle contient pour 100 : 0,7 de corps pectiques et 2,3 de gomme. Le grain d'orge : 0,9 de corps pectiques et 2,8 de gomme.

» Les graines des légumineuses renferment, les unes principalement des corps pectiques, les autres surtout des gommes. Les haricots blancs, les fèves, les féveroles ont de 2 à 4 pour 100 de corps pectiques, localisés, à l'état de pectate de chaux, dans le testa, qui en contient jusqu'à 20 pour 100. D'autres graines de légumineuses, spécialement celles qui sont oléagineuses, contiennent de grandes quantités de la gomme que j'ai décrite sous le nom de *galactine*. Le testa de ces graines (luzerne, trèfle) en contient 45 pour 100.

» Dans les fruits, nous trouvons généralement de la pectose, souvent aussi de notables proportions de gommes : pommes à cidre, pectose 0,8, gomme 0,5 pour 100; prunes, 0,5 de pectose, 1,2 de gomme; raisin, 0,6 de pectose, 0,4 de gomme.

» Les racines et les tubercules sont généralement riches en corps pectiques, qui y existent à l'état de pectose; on y rencontre toujours des gommes : carottes, 1 à 2 de corps pectiques; 0,5 de gomme; betteraves, 0,5 à 1 de corps pectiques; 0,6 de gomme; topinambour, 0,6 et 0,5; pomme de terre, 0,6 et 0,8.

» Les légumes verts, et principalement ceux qui sont constitués par des feuilles, contiennent du pectate de chaux : feuilles de choux, 0,6 à 1,2; feuilles de chicorée, 0,5 à 1 d'acide pectique.

» En examinant les plantes fourragères qui sont ordinairement consommées par les animaux de la ferme, nous trouvons dans la luzerne verte 0,8 à 1,3 de corps pectiques; 1 à 2 de gomme; dans le foin de graminées, 1,1 à 4,5 de corps pectiques; 1 à 3 de gomme; dans la paille de blé, 1 à 2 de corps pectiques; 0,5 de gomme; dans le chaume des légumineuses, 1 à 6 de corps pectiques.

» Les boissons fermentées contiennent toujours des gommes; M. Pasteur en a constaté la présence dans le vin ; le cidre en contient près de 5^{gr} et la bière jusqu'à 10^{gr} par litre.

» Dans les déterminations dont je viens de donner un aperçu, les corps pectiques ont toujours pu être amenés à l'état d'acide pectique, identique dans tous les cas. Mais les gommes ont présenté entre elles des différences notables indiquant des espèces chimiques distinctes. Les unes ont des pouvoirs rotatoires lévogyres (fruits), voisins de celui de la gomme arabique; les autres (légumineuses) dévient fortement à droite. La gomme de la luzerne a un pouvoir rotatoire de $+85°$.

» A l'aide des données qui précèdent on peut calculer quelle est la proportion de principes pouvant former du galactose qui sont consommés par une vache laitière donnant une quantité de lait connue :

» Dans un de nos essais, une vache consommant 55^{kg} de luzerne verte par vingt-quatre heures a donné 10 litres de lait en moyenne.

» Nous trouvons dans la consommation journalière : corps pectiques, 660^{gr}; gommes, 825^{gr}; soit 1485^{gr} de matières pouvant fournir du galactose.

» Dans 10 litres de lait nous avons dosé 500^{gr} de sucre de lait, équivalents à 250^{gr} de galactose.

» Une vache ne recevant que 15^{kg} de foin y trouve encore en moyenne 750^{gr} de substances galactogènes.

» Si nous considérons une ration dans laquelle entrent des racines et ainsi constituée : foin, 8^{kg}; betteraves, 35^{kg}; paille, 3^{kg}, nous y trouvons en moyenne 915^{gr} de corps pectiques et gommeux.

» La ration des herbivores contient donc de grandes quantités de substances donnant le galactose par leur dédoublement, et dans tous les cas que nous pouvons envisager, même alors qu'il s'agit de vaches d'une production laitière exceptionnelle, nous trouvons dans l'aliment donné les éléments tout formés du sucre de lait en quantité au moins égale à ce qui en existe dans le lait. Il n'est cependant pas possible d'établir une balance exacte entre le galactose ingéré sous forme de gommes, corps pectiques, etc., et le galactose retrouvé dans le sucre de lait. En effet, il n'a pas été possible, dans le cours de ces recherches, de déterminer quel est le rendement en galactose des divers corps muqueux. Le dédoublement de ces corps par l'acide sulfurique est le résultat d'une réaction brutale, bien éloignée des transformations subtiles accomplies sous l'influence des agents de la vie animale. Mais, même dans les conditions défavorables de l'action

chimique, la quantité de galactose obtenu à l'état cristallisé a atteint souvent le tiers, quelquefois près de la moitié de la matière mise en expérience.

» Nous pouvons donc annoncer comme résultats de ces recherches :

» 1° Que les corps muqueux des plantes, gommes, mucilages, corps pectiques contiennent dans les produits de leur dédoublement du galactose identique avec celui du sucre de lait.

» 2° Que ces corps muqueux existent dans les aliments végétaux en quantité telle qu'ils peuvent fournir le galactose qui entre dans la constitution du sucre de lait sécrété par les glandes mammaires des femelles des herbivores.

» La suite de ces recherches montrera si le galactose existant dans les plantes à l'état de combinaisons variées est la seule source du galactose du sucre de lait; ou si les animaux en lactation peuvent produire ce sucre à l'aide des matériaux dont la molécule fondamentale est différente, opérant ainsi des transformations et une synthèse que nous sommes plus habitués à rencontrer dans le règne végétal. »

ZOOLOGIE. — *Sur un nouvel organe de sens du* Mesostoma lingua *Osc. Schm.* Note de M. **Paul Hallez**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Des coupes longitudinales, passant par le plan médian, m'ont fait découvrir chez le *Mesostoma lingua* un organe qui, à ma connaissance, n'a pas encore été signalé. Un individu, débité en coupes longitudinales exactement parallèles au plan médian, a fourni cinquante-quatre coupes de chacune 15^{μ} d'épaisseur; sa largeur était donc égale à $\frac{81}{100}$ de millimètre.

» L'organe en question est compris entre la 25e et la 34e coupe. C'est une invagination impaire de la peau, située sur la ligne médiane ventrale, entre l'extrémité céphalique et la bouche, un peu en arrière du cerveau. Elle est dirigée obliquement d'arrière en avant; sa lumière, et par conséquent son axe, forment avec la face ventrale un angle de 50° à 60°.

» L'invagination a la forme d'un doigt de gant, dont l'extrémité aveugle présente deux petits diverticules latéraux.

» La 34e coupe passe dans l'épaisseur des cellules du diverticule gauche; la 33e et la 32e montrent la lumière de ce diverticule sous la forme d'un cercle; la 31e montre la lumière du fond du canal d'invagination sous la forme d'une virgule; la 30e et la 29e passent par l'axe du canal et montrent

la lumière de celui-ci dans toute sa longueur; la 28e est la répétition de la 31e; la 27e et la 26e montrent la lumière du diverticule droit sous la forme de cercle; enfin, la 25e passe dans l'épaisseur des cellules de ce même diverticule.

» L'organe en question a, par conséquent, à peu près la forme d'un T, ou plutôt d'un Y dont les deux branches seraient presque horizontales et dirigées en haut et en avant ([1]).

» La longueur de la fossette est de 7 à 8 centièmes de millimètre; sa lumière est d'environ 30$^{\mu}$, et les deux diverticules latéraux mesurent environ chacun 60$^{\mu}$. La distance qui sépare la face inférieure du cerveau de l'extrémité aveugle de l'organe est d'environ 4 centièmes de millimètre.

» *Histologie.* — Les cellules qui constituent les parois de l'invagination sont très semblables à celles de l'épiderme ventral; elles sont seulement un peu plus petites et plus serrées. Au niveau de l'extrémité aveugle et des diverticules, il existe une couche enveloppante de cellules petites, transparentes et arrondies. De distance en distance, on rencontre des cellules allongées, piriformes, sécrétantes.

» Les cils vibratiles s'observent à l'entrée de la fossette, mais il est impossible de dire, d'après mes préparations, s'ils persistent dans toute la longueur du canal.

» Le pigment sous-épidermique est assez uniformément réparti sur la face ventrale du *Mesostoma lingua;* il entoure la fossette ventrale sur toute sa longueur. Il forme, vers l'extrémité céphalique, en avant de cette même fossette, une tache relativement épaisse. En outre, des traînées pigmentaires relient la tache ventrale et le pigment qui environne la fossette aux deux taches oculiformes, qui sont très rapprochées l'une de l'autre et situées sur la face antérieure du cerveau.

» Enfin des filets nerveux, partant de la face inférieure du cerveau, se rendent à l'extrémité aveugle de la fossette.

» J'ai retrouvé ce même organe sur des individus coupés transversalement. Je ne l'ai pas rencontré chez le *Mesostomum Ehrenbergii,* mais je n'oserais pas affirmer qu'il n'y existe pas; car, pour observer cet organe avec facilité, il importe que les coupes soient orientées avec soin parallèlement au plan médian.

» *Fonction.* — Quelle fonction attribuer à cette *fossette médiane ventrale?*

([1]) L'animal est supposé placé dans sa position normale, c'est-à-dire sur sa face ventrale et la tête en avant.

La rareté des cellules sécrétantes doit faire écarter l'idée d'une fonction de sécrétion. C'est donc un organe de sens spécial. Mais quel rôle peut-il jouer? Il n'est pas impossible que nous soyons là en présence d'un organe olfactif. Il est bien certain que les Mésostomes, de même que les Planaires, paraissent se guider bien plus par l'odorat et le toucher que par la vue. Dugès (¹) dit :

« On peut présumer qu'une sorte d'odoration avertit les Planaires de la proximité d'une proie convenable à leur alimentation, puisqu'on les voit se mettre en mouvement dès qu'on jette dans la vase qu'elles habitent une Naïde, un jeune Lombric, une goutte de sang, etc. Elles cheminent alors du côté de l'objet de leur appétit, passent souvent auprès sans l'apercevoir, reviennent sur leurs pas et le saisissent enfin, après des recherches quelquefois assez longues.... »

» J'ai pu vérifier bien des fois la justesse de cette observation, et non seulement pour les Planaires, mais aussi pour les Mésostomes et autres Rhabdocœles. Il est certain que la rapidité et la direction de la course de ces animaux, dans les conditions indiquées par Dugès, montrent qu'ils se dirigent vers un but déterminé; il n'est pas moins certain, à la manière dont ils vont buter contre la plupart des obstacles, que la vue ne les guide qu'imparfaitement. Il est donc naturel d'admettre, avec Dugès, qu'ils jouissent du sens de l'olfaction.

» Il n'est pas impossible que l'organe, dont je viens de signaler l'existence chez le *Mesostoma lingua*, soit le siége de l'odorat. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *La chlorophylle et la réduction de l'acide carbonique par les végétaux*. Note de M. C. **Timiriazeff**, présentée par M. Berthelot.

« En traitant une solution alcoolique de chlorophylle par l'hydrogène naissant (produit au moyen du zinc et de l'acide acétique), on obtient un produit de réduction d'une couleur jaune de paille, quand la solution est étendue; d'un brun rougeâtre à la lumière du jour, ou d'un beau rouge de rubis à la lumière de la lampe, quand la solution est concentrée. Cette substance possède un spectre bien défini, caractérisé surtout par l'absence de cette bande I dans le rouge, qu'on a considérée jusqu'ici comme le ca-

(¹) A. Dugès, *Recherches sur l'organisation et sur les mœurs des Planariés* (*Annales des Sciences naturelles*, 1re série, t. XV; 1828).

ractère le plus stable de tous les dérivés de la chlorophylle. La seconde particularité remarquable de ce spectre est une large bande occupant la place de la bande II et des deux intervalles compris entre I et II et entre II et III. On verra plus loin l'intérêt que présente la position de cette bande.

» Mais le caractère essentiel de cette substance est la propriété qu'elle possède, *de s'oxyder rapidement à l'air en verdissant, c'est-à-dire en régénérant la chlorophylle*. C'est évidemment un corps analogue à celui qui doit exister dans les plantes, car ce n'est qu'en s'oxydant aux dépens de l'oxygène de l'air que les plantes étiolées verdissent. L'avidité de cette substance à s'emparer de l'oxygène est considérable; l'apparition de la bande I, qui est le premier indice de l'oxydation, est pour ainsi dire instantanée, même dans une atmosphère ne contenant que des traces de ce gaz, de sorte qu'on pourrait se servir de ces solutions comme d'un réactif des plus sensibles dans la recherche des traces minimes de l'oxygène.

» Cette substance étant évidemment un produit de réduction du principe vert de la chlorophylle, que j'ai décrit en 1869, sous le nom de *chlorophylline*, on pourrait appliquer au produit nouveau le nom provisoire de *protochlorophylline*, ou le nom plus court de *protophylline*.

» Les solutions de la protophylline ne se laissent conserver que dans des tubes scellés à la lampe. Introduites dans des tubes plongeant dans du mercure, elles ne tardent pas à verdir. Il est évident que nous avons là un agent de désoxydation énergique, dont on pourrait invoquer l'intervention pour expliquer le phénomène de la réduction de l'acide carbonique par les parties vertes des végétaux. En effet, *ces solutions enfermées dans des tubes scellés et contenant de l'acide carbonique verdissent rapidement à la lumière du soleil, en se transformant en chlorophylle*, tandis que, dans des tubes témoins restés dans l'obscurité, les solutions conservent indéfiniment leur couleur et leur spectre caractéristique. En même temps, des tubes en tout pareils aux précédents, mais remplis d'hydrogène, ne changent pas les propriétés optiques de leurs solutions à la lumière, pas plus qu'à l'obscurité. Doit-on conclure de là que cette formation de la chlorophylle, cette oxydation, se font aux dépens de l'acide carbonique? Peut-on se flatter d'avoir réalisé enfin ce problème : la réduction de l'acide carbonique par la lumière avec le concours de la chlorophylle, mais en dehors de l'organisme vivant? Je n'ose encore l'affirmer, tant qu'il me manque des données précises sur la composition du gaz restant; mais, d'un autre côté, il serait difficile de trouver une autre explication des faits qui viennent d'être exposés. Toujours est-il que, dans ces expériences, nous voyons pour la première

fois une solution de chlorophylle se produire à la lumière, au lieu de se détruire, et c'est précisément cette particularité qui a été invoquée tout récemment par M. Jodin comme étant une propriété exclusive de l'organisme vivant ([1]).

» On se demande naturellement s'il y a lieu de croire que cette substance existe dans le végétal vivant. A ne considérer que son spectre, on serait tenté d'admettre que c'est précisément à sa présence que peut être attribuée la différence entre le spectre de la chlorophylle verte, fraîchement extraite des feuilles, et celui de la chlorophylle modifiée par suite d'une oxydation lente. En effet, cette transformation étant surtout caractérisée par l'éclaircissement des deux intervalles compris entre les bandes I et II et entre II et III, on pourrait se rendre compte de cette particularité en admettant la destruction (par suite de l'oxydation) de cette protophylline dont la large bande d'absorption occupe, comme nous venons de le voir, précisément la place de ces deux intervalles. Toutefois, je conclus plutôt à une combinaison des deux substances qu'à une simple superposition de leur spectre.

» Du reste, la protophylline n'est pas la seule substance qui se produise dans les conditions décrites. Vient-on à pousser la réaction plus loin, surtout en présence d'un excès d'acide ou d'un acide minéral, on voit paraître une nouvelle substance, caractérisée aussi par un spectre bien défini, le résultat final étant une décoloration complète et une destruction de la matière colorante. Ce n'est qu'en s'arrêtant au premier terme de réduction qu'on arrive, par une oxydation ultérieure, à la régénération plus ou moins complète de la chlorophylle employée; à mesure qu'on avance dans la réaction, les quantités de chlorophylle régénérées diminuent sensiblement, ce qui semble indiquer une destruction partielle de la matière colorante, par suite d'une action réductrice trop énergique ou trop prolongée. C'est la raison qui rend l'étude de ces transformations si compliquée, toutes les opérations devant se passer dans une atmosphère parfaitement exempte d'oxygène et être contrôlées tout le temps par le spectroscope.

» Quoi qu'il en soit, il est évident que l'étude de ces substances curieuses et de leur rapport avec l'acide carbonique et la lumière, ainsi que la recherche de leur présence dans l'organisme vivant, tant à l'état normal

---

([1]) V. Jodin, *Études sur la chlorophylle* (*Comptes rendus*, n° 5, p. 266; 1886). Il me paraît évident que c'est à M. Regnard que revient l'honneur d'avoir démontré pour la première fois l'action réductrice de la lumière sur la chlorophylle dépourvue d'organisation.

qu'à l'état étiolé, ne manquera pas de jeter une vive lumière sur le côté chimique de la fonction chlorophyllienne, qui a été étudiée dans ces derniers temps presque exclusivement au point de vue physique. En indiquant la marche à suivre dans l'étude de ces nouveaux dérivés de la chlorophylle, je me propose de poursuivre cette recherche dans la direction indiquée. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques dérivés xyléniques.* Note de MM. **Albert Colson** et **Henri Gautier**, présentée par M. Cahours.

« Nous avons montré, dans une publication antérieure, que le perchlorure de phosphore agit sur les méthylbenzines à la façon du chlore insolé et permet, selon les proportions mises en contact, de transformer les xylènes en bichlorures ou en tétrachlorures. Nous allons décrire dans cette Note des produits d'une chloruration plus avancée; nous ferons connaître ensuite la méthode qui nous a donné le moyen de changer quelques-uns de ces chlorures en oxydes correspondants.

Obtention de perchlorures xyléniques.

» Quand on chauffe à 200°, en tubes scellés, $3^{cc},2$ d'orthoxylène avec 40^{gr} de perchlorure de phosphore, on arrive, mais difficilement, à remplacer dans ce carbure 5^{at} d'hydrogène par 5^{at} de chlore.

» Le pentachlorure orthoxylénique $C^6H^4\left\{\begin{matrix}C\,Cl^3\\ C\,H\,Cl^2\end{matrix}\right\}$ est un solide fusible à 53°,6, soluble dans l'éther, l'alcool, le pétrole, le chloroforme. Sa constitution répond bien à la formule précédente, car l'analyse indique comme teneur en chlore 63,70 pour 100 : la théorie exigerait 63,73 pour 100. Au contact d'une solution de potasse étendue, ce produit abandonne entièrement son chlore et se transforme en un composé à fonction mixte, aldéhyde acide que nous étudierons plus loin.

» *Paraxylène.* — Pour le paraxylène, nous avons augmenté la proportion de perchlorure ($6^{mol},5$ de chlorure pour 1^{mol} de carbure). Après six heures de chauffe à 180°-200°, nous avons ouvert les tubes pour laisser échapper le gaz chlorhydrique, puis nous les avons de nouveau portés à 200° pendant quatre heures. Le liquide provenant de la réaction est resté incolore. Le trichlorure de phosphore ayant été distillé, nous avons obtenu un mélange de penta et d'hexachlorure xyléniques. Ce dépôt, repris par l'éther, abandonne au fond du vase des cristaux transparents, maclés, ayant la forme

de fer de lance, fusibles à 111°. Leur composition est celle de l'hexachlorure xylénique $C^6H^4(CCl^3)^2$.

» *Métaxylène.* — Le métaxylène fournit aussi un hexachlorure qui distille vers 286°. Ce corps, sous l'action de l'eau bouillante et alcaline, engendre des composés complexes, acides et chlorés. Le perchlorure est donc susceptible d'entamer le noyau benzinique du métaxylène, ce qui distingue ce carbure de ses congénères.

MODE D'OBTENTION DES CORPS OXYGÉNÉS.

» *Aldéhydes.* — Chacun des chlorures tétrasubstitués $C^6H^4(CHCl^2)^2$ se saponifie aussi aisément qu'un chlorure alcoolique en opérant comme il suit :

» Le chlorure est projeté dans 150 à 200 fois son poids d'eau, que l'on maintient à l'ébullition, pendant six à huit heures, dans un ballon muni d'un réfrigérant ascendant. Quand le chlorure a disparu complètement, on laisse refroidir, puis on neutralise par de la soude titrée l'acide chlorhydrique formé, et l'on évapore à siccité soit dans le vide, soit au bain-marie. Cette méthode générale donne d'excellents rendements. Elle nous a permis d'obtenir les dialdéhydes xyléniques et l'aldéhyde-acide orthoxylénique $C^6H^4\left\{\begin{matrix}COH\\CO^2H\end{matrix}\right.$.

» *Aldéhyde téréphtalique.* — Le tétrachlorure paraxylénique

$$C^6H^4(CHCl^2)^2$$

a été ainsi changé en aldéhyde téréphtalique, fusible à 113°.

» *Aldéhyde orthophtalique: phtalique.* — La saponification par l'eau du tétrachlorure orthoxylénique nous a donné tantôt un corps solide, tantôt un composé huileux, selon le mode opératoire. Le corps huileux, mentionné par M. Léser et étudié par M. Hjelt (¹) prend naissance quand on évapore le produit brut de la saponification par l'eau de tétrachlorure, même sous pression réduite. Au contraire, si l'on neutralise préalablement et exactement l'acide chlorhydrique formé par la saponification, on obtient un corps solide que l'on isole des chlorures alcalins qu'il imprègne, à l'aide de l'éther. Après recristallisation dans l'eau, ce solide possède une couleur jaune clair; il fond vers 52°. Sa composition est voisine de celle de l'aldéhyde phtalique.

(¹) *Berichte der deutschen Chemischen Gesellschaft*, t. XVIII, p. 2879.

» L'huile et le liquide en solution aqueuse donnent avec l'ammoniaque une coloration verte, puis un précipité brun noir. Nous avons eu occasion, il y a plusieurs mois [1], d'indiquer cette réaction qui vient d'être confirmée par les récentes recherches de M. Hjelt [2]. Ajoutons aujourd'hui que cette réaction extrêmement sensible semble propre aux dialdéhydes, car l'acide orthophénylène glyoxylique $C^6H^4\left\{\begin{matrix}COH\\CO^2H\end{matrix}\right\}$ ne produit aucun trouble avec l'ammoniaque.

» *Aldéhyde métaxylénique.* — Le tétrachlorure métaxylénique, liquide huileux, de densité 1,536, bouillant vers 273° sous la pression atmosphérique, est lui aussi saponifiable par l'eau dans les conditions que nous avons décrites. Il fournit une huile soluble dans l'eau qui, avec l'ammoniaque, donne une réaction analogue à celle de l'aldéhyde téréphtalique.

» *Acide orthophénylène glyoxylique :* $C^6H^4\left\{\begin{matrix}COH\\CO^2H\end{matrix}\right\}$. — On chauffe le pentachlorure $C^6H^4\left\{\begin{matrix}CHCl^2\\CCl^3\end{matrix}\right\}$ pendant douze heures avec de l'eau au réfrigérant ascendant; de temps à autre on neutralise l'acide formé. Lorsque le chlorure a totalement disparu, on évapore à sec au bain-marie; par l'éther, on extrait du résidu acidulé un corps solide qui, recristallisé dans l'eau, est jaune citron. Il fond à 97°,2; sa densité est 1,404. Sa composition répond à la formule $C^6H^4\left\{\begin{matrix}CO^2H\\COH\end{matrix}\right\}$, comme le démontrent l'analyse et les réactions ci-dessous :

Analyse.

Matière........................ 0,224

	Pour 100.	Théorie.
C..............	63,61	64,00
H..............	4,11	4,00

» Une molécule de ce corps ($1^{gr},50$) exige une molécule de soude titrée ($0^{gr},31$) pour être saturée. Le sel de sodium, traité par le permanganate de potasse en solution tiède et alcaline, se transforme en acide phtalique que nous avons reconnu par son point de fusion 184° et par celui de son anhydride 128°. Ces réactions ne laissent aucun doute sur la nature du pentachlorure ni sur celle de l'acide que nous en avons retiré. Cet acide

(1) *Bulletin de la Société chimique.* Procès-verbal de la séance du 11 décembre 1885.

(2) *Berichte*, t. XIX, p. 411 (en date du 22 février 1886).

à fonction mixte est à la série aromatique ce que l'acide glyoxylique est à la série grasse. C'est pour rappeler cette nouvelle analogie entre les deux séries que nous l'avons désigné sous le nom d'*acide* O. *phénylène glyoxylique* (¹). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'oxydation des acides des graisses.* Note de M. **H. Carette** (²), présentée par M. Chatin.

« 1. Dans une Communication faite le 28 décembre 1885, j'ai montré qu'en oxydant l'acide sébacique on obtient l'acide propylène dicarbonique normal. L'acide sébacique étant un des produits ordinaires de l'oxydation des corps gras, la production de l'acide propylène dicarbonique normal dans l'oxydation des acides des graisses paraissait dès lors vraisemblable; elle n'a cependant pas encore été signalée dans ces conditions, et il m'a semblé intéressant de chercher à la constater.

» 2. J'ai d'abord oxydé le mélange d'acide stéarique et d'acide palmitique formant l'acide stéarique industriel. Voici le mode opératoire que j'ai suivi :

» Dans un ballon de 3^{lit} muni d'un réfrigérant ascendant, on fait bouillir pendant neuf jours consécutifs 115^{gr} de ce mélange et 1500^{gr} d'acide nitrique de densité 1,36. Toute couche huileuse ayant disparu, on distille la plus grande partie de l'acide azotique, puis on dessèche le résidu au bain-marie, en ajoutant de l'eau de temps en temps pour expulser la totalité de l'acide nitrique. Le produit est semi-fluide à chaud, solide à froid. On le reprend par l'éther et l'on filtre. En distillant la solution éthérée, on obtient un mélange acide, fusible au bain-marie. En le dissolvant dans l'eau chaude et neutralisant par la baryte, il se forme un précipité que j'ai reconnu n'être autre chose que du succinate de baryte. La liqueur dont il se sépare est à peine colorée; filtrée et additionnée d'alcool, elle se conduit comme la liqueur d'origine analogue que j'ai obtenue en oxydant l'acide sébacique (*Comptes rendus*, t. CI, p. 1498). Soumise au même traitement, elle fournit finalement une cristallisation très nette de propylène dicarbonaté de baryte, sel à $10^{éq}$ d'eau, présentant la composition connue (³). Ce sel fournit, à la manière ordinaire, l'acide propylène dicarbonique normal (⁴), fusible à 96°, neutralisant une quantité de base qui correspond à un poids moléculaire égal à 132.

(¹) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Gal, à l'École Polytechnique.

(²) Ce travail a été fait à l'École supérieure de Pharmacie, au laboratoire de Chimie organique de M. le professeur Jungfleisch.

(³) Ba = 50,73 pour 100 de sel anhydre; théorie, 51,34 pour 100.

(⁴)

	Pour 100.	Théorie.
C	44,92	45,45
H	6,15	6,06
O	48,93	48,49

» 3. L'acide oléique, bien qu'ayant une composition différente, accompagne les acides précédents dans les graisses. A ce point de vue, il méritait d'être examiné de la même façon.

» J'ai opéré sur l'acide oléique pur, dont le sel de plomb était soluble dans l'éther, en traitant 35gr de cet acide par 640gr d'acide nitrique, jusqu'à disparition de toute couche huileuse. En suivant toujours la même méthode, j'ai, ici encore, isolé de l'acide propylène dicarbonique normal.

» 4. Ainsi, dans les deux cas, cet acide, jusqu'ici méconnu, dans cet ordre de réactions, figure en assez grande quantité parmi les produits d'oxydation des acides des graisses.

» Ce résultat me paraît devoir jeter quelque lumière sur les contradictions nombreuses que l'on relève entre les observations publiées par un grand nombre d'auteurs sur l'oxydation des corps gras.

» En 1837, Laurent (1) a signalé, parmi les produits d'oxydation de l'acide oléique impur, l'existence d'un acide qu'il a appelé *acide lipique,* et auquel il assigna la formule $C^{10}H^{8}O^{10}$. Gmelin a admis, pour le même corps, la formule $C^{10}H^{6}O^{8}$. Enfin Wirz (2), en lui donnant une troisième formule $C^{10}H^{8}O^{8}$, a fixé son point de fusion à 151°; le même auteur a décrit le sel de chaux à 2éq d'eau, et un sel de cuivre manifestement impur.

» Depuis, l'existence de l'acide lipique a été contestée. C'est ainsi que Gerhardt, ayant fait analyser par Breunlin un échantillon de l'acide obtenu par Laurent lui-même, observa qu'il était formé d'acide succinique impur.

» En 1864, Arppe (3), ayant repris les travaux de Laurent, ne put trouver l'acide lipique et arriva à la même conclusion.

» Mes expériences établissent qu'il se produit bien, dans l'oxydation des acides des graisses, un acide de formule $C^{10}H^{8}O^{8}$, mais ce corps est identique avec l'acide propylène dicarbonique normal.

» Quelle relation existe-t-il entre cet acide et l'acide lipique des anciens auteurs? C'est ce qu'il serait assez difficile d'établir, à cause des divergences constatées entre les descriptions. Il me paraît très probable, cependant, que l'acide propylène dicarbonique normal, qui se trouve en assez forte quantité dans ces produits, a contribué à obscurcir les résultats anciens. »

---

(1) *Annales de Chimie,* t. LXVI, p. 134, année 1837.

(2) *Annalen der Chemie und Pharmacie,* t. CIV, p. 280.

(3) *Zeitschrift,* Livre I, 7, p. 295, année 1865, ou *Jahresbericht,* p. 377, année 1864.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une synthèse du cyanure d'ammonium par l'effluve.* Note de M. **A. Figuier**, présentée par M. Chatin.

« Le mélange d'un volume de formène et de deux volumes d'azote, traversant un tube à décharges électriques variables se réglant à volonté, a été soumis à l'action de l'effluve. La réaction s'effectue sous la décharge obscure et donne lieu à la formation de cyanure d'ammonium.

$$CH^4 + Az^2 = CAz, AzH^4.$$

» Le produit gazeux échappant, en partie, à l'action de l'azote, qu'il est préférable de mettre en excès, est très odorant en sortant de l'appareil.

» L'odeur aromatique que l'on perçoit alors, et que M. Berthelot avait signalée dans d'autres cas, implique la formation d'hydrocarbures plus ou moins condensés; elle varie suivant le régime de la décharge, et s'accentue davantage lorsque l'on rapproche assez l'une de l'autre les armatures, pour qu'il en jaillisse, de loin en loin, quelques traits de feu. Cet effet est très marqué surtout quand on opère sur du formène exempt de tout mélange.

» A la sortie du tube, le produit était reçu dans un flacon contenant une solution de potasse et communiquant avec un deuxième flacon où se trouvait un peu d'eau distillée. A la fin de l'opération, le liquide du deuxième flacon répandait une odeur fortement ammoniacale, manifestement due à l'ammoniaque déplacée par la potasse du premier flacon.

» Le cyanure de potassium recueilli dans le premier flacon a permis de constater les réactions les plus nettes des cyanures : le dosage a indiqué une proportion de cyanogène correspondant au cyanure d'ammonium initialement formé dans des expériences qui avaient duré plusieurs heures.

» L'observation directe démontre, comme j'ai pu le vérifier, que si le formène est rapidement dissocié par la décharge disruptive et très faiblement sous la pluie de feu, en donnant lieu à de l'acétylène, ce dernier n'apparaît pas sous la décharge obscure; or, celle-ci a été seulement employée pour opérer cette synthèse du cyanure d'ammonium.

» Le composé obtenu, sans dédoublement préalable du formène, s'est donc formé par simple voie d'addition.

» L'action de l'effluve obscure et de la pile à gaz en a fourni d'autres exemples.

» Ces faits, touchant l'action opposée de la décharge électrique, suivant son degré d'intensité, viennent confirmer, une fois de plus, les premières observations de ce genre, sur lesquelles a insisté M. Berthelot. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Mort apparente chez les animaux anesthésiés, à la suite d'excitation du nerf vague.* Note de M. LAFFONT, présentée par M. Vulpian.

« Au cours d'expériences que je fais en ce moment, en vue de rechercher les causes de la mort par intoxication lente au moyen du chloroforme (ces causes me paraissent être, je puis déjà le dire, d'une part, la disparition du sucre du sang, ce qui explique la diminution du rapport $\frac{CO^2}{O}$ déjà étudié par Arloing (*Comptes rendus,* 11 août 1879), et, d'autre part, l'abaissement prolongé de la température chez les opérés, à la suite d'anesthésie de longue durée, dans les ovariotomies, par exemple), j'ai voulu étudier les effets des excitations directes du nerf vague, bout périphérique ou nerf intact, sur les fonctions cardiaques et respiratoires. J'ai constaté que, chez certains animaux, dont à l'état normal le nerf d'arrêt n'est pas très sensible aux excitations faibles, on ne pouvait obtenir à l'état d'anesthésie qu'un ralentissement momentané du cœur, même avec un courant faradique fort.

» En revanche, chez le plus grand nombre de chiens que j'ai expérimentés, une excitation faradique faible du nerf vague intact ou de son bout périphérique est immédiatement suivie d'un arrêt complet du cœur, principalement si l'on agit sur le nerf vague droit, ainsi que l'ont démontré Arloing et Tripier.

» Mais un phénomène plus important a attiré accidentellement mon attention et m'a engagé à étudier les effets des excitations du nerf vague chez l'animal chloroformé. Un jour, à la suite d'une excitation faradique faible du nerf vague intact, pendant dix secondes, l'animal étant profondément anesthésié et la pupille étant punctiforme, je fus très étonné de ne pas voir le cœur se mouvoir de nouveau et la pression s'élever ainsi que cela a lieu ordinairement : l'animal était en apnée. Je laissai le cylindre enregistreur poursuivre sa marche; la ligne droite du sphygmoscope ne changea pas, mais, cinq à six secondes après, les mouvements respiratoires reprirent spontanément, augmentant graduellement d'amplitude, l'inspiration devenant de plus en plus profonde, l'expiration moins complète, de

telle façon que la dilatation thoracique devint maxima; puis les poumons se vidèrent rapidement et les oscillations du sphygmoscope dues à la compression du cœur cessèrent également, les deux tambours enregistreurs du sphygmoscope et du pneumographe tracèrent deux lignes parallèles.

» Le cylindre ayant achevé sa rotation, je repris un tracé inférieur et, les fonctions cardiaque et respiratoire ne reprenant pas, je crus l'animal mort et j'interrompis l'expérience. Je commençais à serrer les instruments, lorsqu'au moment d'arracher la canule de l'artère, au moins quatre minutes après la cessation de l'expérience, je m'aperçus que l'artère avait des battements, l'animal étant toujours en apnée. Je réinstallai aussitôt les appareils, je pris un tracé et vis qu'effectivement le cœur battait lentement, mais avec de fortes systoles qui devinrent au second tracé plus petites et plus rapides. A ce moment, je pratiquai la respiration artificielle : bientôt le cœur reprit ses fortes systoles et, trois minutes après, la respiration devenait spontanée.

» J'ai étudié alors sur d'autres chiens plus attentivement ce phénomène, et j'ai vu que chez la plupart de ceux dont, à l'état normal, les nerfs d'arrêt sont très excitables, la faradisation du nerf vague intact, chez l'animal anesthésié, produit une inhibition complète de tous les phénomènes vitaux, semblable à celle que M. le professeur Brown-Sequard a obtenue par des actions directes ou réflexes sur les centres nerveux. Le cœur s'arrête ainsi que la respiration, le sang reste rouge dans les vaisseaux, et le seul indice certain que les fonctions se rétabliront au bout d'un long intervalle de mort apparente est que la pupille, après l'excitation, redevient punctiforme.

» Pour que cette inhibition générale de toutes les fonctions se produise, il faut et il suffit que le nerf vague soit intact, le nerf d'arrêt très excitable. En effet, en excitant le bout périphérique du nerf sectionné, l'arrêt du cœur n'est que momentané et cesse bientôt malgré le renforcement du courant. La respiration cesse quelquefois, lorsque le vague du côté opposé est intact, nouvelle confirmation des expériences de M. François-Franck sur les nerfs cardiaques centripètes suspensifs de la respiration, mais la respiration reprend toujours.

» Enfin, sur l'animal atropinisé, l'excitation du bout périphérique du nerf vague sectionné est sans effet; celle du nerf vague intact produit seulement l'arrêt de la respiration. Dans ces dernières conditions, si l'on maintient l'excitation en renforçant le courant, la mort devient définitive par une sorte de sidération du bulbe.

» En résumé, pour que l'inhibition générale se produise, il faut que les deux fonctions principales, circulation et respiration, soient suspendues en même temps.

» A la suite de cette inhibition générale par excitation du nerf vague, j'ai observé que l'état général de l'animal est profondément modifié; l'anesthésie existant toujours, il suffit de soulever le nerf vague sur l'anse de fil qui l'isole pour provoquer aussitôt un arrêt du cœur : l'animal est devenu subitement animal à sang froid.

» Ces expériences, qui, je crois, présentent un certain intérêt au point de vue de la physiologie du nerf vague, peuvent encore, à mon avis, donner l'explication des cas de survie à la suite de syncopes prolongées par immersion subite dans l'eau froide ou chaude, ou par toute autre cause. Dans ces conditions, il se produit une excitation réflexe du nerf vague inhibitoire qui met l'être à l'état de mort apparente.

» A un autre point de vue, ce phénomène que je crois avoir découvert dans l'excitation du nerf vague vient nous donner la clef du mécanisme de l'hibernation.

» Le froid vif ou la grande chaleur produisent une excitation réflexe du nerf vague inhibitoire, et toutes les fonctions s'arrêtent peu à peu sous l'influence de l'arrêt progressif de la respiration et de la circulation. Je fais en ce moment des recherches à ce sujet, et j'ai déjà vu chez les grenouilles vigoureuses, non encore anémiées par un long séjour dans les aquariums de laboratoires, soumises à un froid intense, les unes intactes, les autres atropinisées, que, chez ces dernières, les battements du cœur persistent jusqu'à la congélation de l'animal et le déchirement des vaisseaux capillaires, tandis qu'ils s'arrêtent peu à peu chez les premières, qui, se congelant ensuite, peuvent sous une température plus clémente reprendre toutes leurs fonctions. Dans ces expériences, j'ai toujours eu deux animaux témoins, l'un atropinisé, l'autre intact, maintenus à l'atmosphère et à la température ambiantes, pour m'assurer que la mort ne devait pas reconnaître pour cause l'atropinisation [1]. »

---

[1] Travail du laboratoire de Physiologie générale de M. le professeur Rouget, au Muséum d'Histoire naturelle.

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Nouvelles recherches sur les substances toxiques ou médicamenteuses qui transforment l'hémoglobine en méthémoglobine.* Note de M. **Georges Hayem**, présentée par M. Vulpian.

« Les substances ayant la propriété de transformer l'hémoglobine du sang en méthémoglobine sont nombreuses. En voici une liste qui, quoique déjà longue, est probablement incomplète :

» Les nitrites (d'amyle et de sodium), les chlorates (de potasse et de soude), les ferricyanures (de potassium et de sodium), le permanganate de potasse, l'acide pyrogallique, la kairine, la thalline, l'hydroquinone, la pyrocatéchine, l'acide osmique, l'iode, le brome, la térébenthine, l'éther.

» Le mode d'action de ces corps sur le sang est variable; mais, en laissant de côté le point de vue chimique, pour prendre exclusivement en considération la question toxicologique, on trouve un élément de classification des plus importants dans la manière dont les producteurs de méthémoglobine, après avoir pénétré en nature dans le sang, se comportent à l'égard des globules rouges. Les uns, tout en en transformant la matière colorante, les respectent en tant qu'éléments anatomiques; les autres en altèrent, au contraire, la structure et les détruisent avec une puissance variable.

» Cette différence est fondamentale; elle permet d'admettre deux classes de substances parfaitement distinctes.

» La *première* comprend celles qui forment de la méthémoglobine dans le globule rouge lui-même. Leur action se résume en une transformation de l'hémoglobine globulaire, sans autre altération des hématies ni du sang. Cette transformation est toujours partielle, à moins qu'on n'agisse *in vitro* avec des doses relativement considérables. Chez les animaux, la mort arrive par suspension de l'hématose avant que toute l'hémoglobine globulaire ait été modifiée.

» Dans cette première classe, il n'y a pas lieu d'établir quant à présent de sous-divisions : nous y trouvons le nitrite d'amyle, employé en inhalations, et la kairine (le chlorhydrate).

» La *seconde* classe comprend les matières qui forment de la méthémoglobine et altèrent en même temps les hématies, c'est-à-dire les détruisent plus ou moins complètement en tant qu'éléments anatomiques.

» Les médicaments de cette classe sont nombreux et peuvent être divisés en plusieurs groupes secondaires.

» *Premier groupe.* — Dans ce groupe viennent se ranger des substances qui, dès qu'elles ont pénétré dans le sang, attaquent les hématies et en font sortir, en en altérant un certain nombre, une quantité plus ou moins grande d'hémoglobine. Il existe alors de la méthémoglobine à la fois dans les globules rouges et dans le plasma. On peut citer, parmi les corps de ce groupe, le nitrite de sodium et l'acide pyrogallique.

» *Deuxième groupe.* — Je crois devoir former un groupe distinct à l'aide des chlorates, qui possèdent des propriétés toutes particulières. Ce sont des corps fortement oxydants, mais qui n'attaquent le sang qu'après un contact relativement prolongé dont la durée varie avec la dose. A hautes doses, ils agissent plus rapidement dans l'organisme qu'*in vitro* et produisent de la méthémoglobine globulaire avant d'avoir altéré la structure des hématies. A doses moins fortes, leur action plus lente s'accompagne d'une destruction plus ou moins considérable des globules et d'une dissolution partielle de l'hémoglobine dans le plasma. Enfin, à petites doses, alors même qu'ils sont introduits par injection intra-veineuse, ils peuvent être éliminés avant d'avoir déterminé une modification appréciable du sang. Leurs effets complexes sur les globules varient suivant les espèces animales.

» *Troisième groupe.* — Enfin, le troisième et dernier groupe renferme les ferricyanures, qui ont la singulière propriété d'agir exclusivement sur l'hémoglobine dissoute. Inoffensifs pour le sang pur, ils deviennent de puissants oxydants dès que l'hémoglobine est mise en liberté. Comme cette condition ne peut guère se réaliser qu'*in vitro,* ces médicaments peuvent être administrés à haute dose sans amener la production de méthémoglobine.

» Ces divisions une fois établies, il devient facile d'énoncer les lois générales qui régissent les effets de toutes ces substances sur le sang.

» Mes premières recherches sur ce point (*Comptes rendus*, séance du 3 mars 1884) ont établi que l'hémoglobine globulaire, c'est-à-dire faisant partie intégrante du globule, a la propriété de réduire la méthémoglobine formée pour reconstituer l'hémoglobine et, en conséquence, l'oxyhémoglobine; que, de plus, cette propriété lui appartient en propre, c'est-à-dire n'est pas partagée par l'hémoglobine ayant abandonné le stroma.

» La première loi peut donc s'énoncer ainsi : Lorsque la méthémoglobine est formée aux dépens de l'hémoglobine globulaire, sans qu'il se produise une autre altération des hématies (ce qui est le cas pour les corps de la première classe), la méthémoglobine est réduite rapidement dans l'organisme. Dès que l'emploi du médicament est suspendu, que l'élimi-

nation de ce dernier est complète, le sang reprend rapidement ses caractères normaux; il reste aussi riche en hématies qu'avant l'intervention médicamenteuse.

» La seconde loi, applicable aux matières de la seconde classe, peut être formulée de la manière suivante : La méthémoglobine formée aux dépens de l'hémoglobine libérée est définitive, aussi bien dans l'organisme qu'*in vitro*. Elle reste à l'état de méthémoglobine jusqu'à ce qu'elle soit détruite; elle fournit alors les mêmes produits d'oxydation que l'hémoglobine et en particulier de l'urobiline qui apparaît dans les urines.

» Quand l'action toxique est assez intense pour qu'une assez forte proportion de méthémoglobine soit devenue libre dans le plasma, une partie de cette matière s'élimine en nature par les reins en produisant de la méthémoglobinurie passagère. Comme il y a toujours, dans ces circonstances, destruction plus ou moins active des hématies, l'emploi des agents de cette classe est suivi d'anémie.

» Dans la pratique, il ne suffira plus de dire qu'un médicament produit de la méthémoglobine; il sera important de déterminer le rang qu'il doit occuper dans les groupes qui viennent d'être indiqués.

» La méthémoglobine étant impropre à l'hématose, il est clair que sa production dans le sang, aux dépens d'hémoglobine active, rétrécit le champ des combustions respiratoires.

» Comme un certain nombre des agents qui déterminent l'apparition de ce composé sont en même temps de puissants antithermiques, il y avait lieu de se demander si la dépression qu'ils produisent sur la température était, en tout ou en partie, la conséquence de la transformation de l'hémoglobine. On peut répondre à cette question par la négative.

» La formation de la méthémoglobine dans l'économie est donc, en résumé, un fait d'ordre toxique (probablement sans utilité thérapeutique), dont la gravité dépend essentiellement du mode d'action des divers médicaments sur le globule rouge lui-même. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Appareil excréteur et système nerveux du* Duthiersia expansa *Edm. Perrier*, *et du* Solenophorus megalocephalus *Creplin*. Note de **J. Poirier**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« *Appareil excréteur.* — Chez ces deux espèces, l'appareil excréteur des anneaux se compose essentiellement de deux paires de vaisseaux longitudinaux.

» Les deux vaisseaux internes sont les plus gros; ils communiquent entre eux, au commencement de chaque anneau, par des anses transversales. Ces vaisseaux sont situés à peu près exactement dans le plan longitudinal passant par les bords latéraux des anneaux.

» Les deux vaisseaux externes, d'un diamètre plus faible, mais plus régulier, sont très rapprochés des premiers, un peu en dehors de leur plan, du côté de la face dorsale.

» Les parois de ces vaisseaux ne sont pas cellulaires; elles sont uniquement formées par un épaississement de la substance conjonctive qui les entoure et par une gaine musculaire composée de fibres annulaires et de fibres longitudinales. L'épaisseur des parois des vaisseaux internes est beaucoup plus faible, surtout chez le *Duthiersia*.

» Dans le scolex, ces vaisseaux se comportent très différemment. Les vaisseaux internes s'y transforment en un réseau, couvrant toute la surface des bothridies. Chez le *Duthiersia*, ce réseau, à mailles plus serrées que chez le Solénophore, existe également dans la lame de séparation des deux ventouses; ce qui n'a pas lieu chez le parasite du Pithon. Les vaisseaux externes s'élèvent dans le scolex, sans se ramifier : ce n'est que dans le voisinage des bords des bothridies qu'ils émettent quelques branches dont les dernières ramifications vont s'unir au réseau formé par les vaisseaux internes.

» Le Dr Griesbach, se fondant sur l'examen d'injections très imparfaites, nie chez le Solénophore l'existence de ce réseau vasculaire que j'avais déjà signalé en 1878. Le Dr von Roboz l'admet; mais sa description et la figure qu'il en donne montrent qu'il ne s'est pas rendu compte de la marche des vaisseaux dans le scolex, ni du mode de formation de ce réseau.

» Dans les anneaux du *Duthiersia*, on trouve encore un système de vaisseaux secondaires, n'apparaissant qu'à une certaine distance du scolex.

» A partir de ce point, les vaisseaux principaux, et surtout les vaisseaux internes, émettent un grand nombre de branches. Les unes, très ramifiées et diminuant graduellement de diamètre, sont surtout nombreuses dans la région centrale des anneaux, où elles se terminent par des entonnoirs vibratiles. Les autres se dirigent vers les côtés et se réunissent dans un vaisseau lacunaire, placé en dehors du système nerveux. Ainsi, en examinant un anneau de *Duthiersia* à quelque distance du scolex, il semble qu'il y existe trois paires de vaisseaux longitudinaux : deux paires en dedans du système nerveux et une paire en dehors. Cette dernière, ne pénétrant pas dans le scolex, ne peut être considérée que comme formée de vaisseaux

supplémentaires lacunaires, dépendant des premiers et d'autant plus développés que les anneaux sont plus vieux. Ces vaisseaux n'existent pas chez le Solénophore.

» Les terminaisons en entonnoirs de l'appareil excréteur sont répandues par tout le scolex ; mais, dans les proglottis, je ne les ai rencontrées que dans la région médiane, au voisinage immédiat des vaisseaux, soit longitudinaux, soit transversaux.

» *Système nerveux.* — Chez les deux espèces, le système nerveux se compose, dans les anneaux, de deux gros nerfs longitudinaux, placés en dehors des vaisseaux excréteurs.

» Ces troncs nerveux pénètrent dans le scolex, dans lequel ils montent en restant dans la paroi, qui sépare les deux bothridies. A l'extrémité antérieure de cette paroi, ils se renflent, et les deux ganglions ainsi produits sont réunis par une commissure transversale. Mais, entre les autres parties du système nerveux du scolex, il existe des différenees assez grandes dans ces deux espèces.

» Chez le *Duthiersia*, chacun de ces nerfs, après son entrée dans le scolex, passe sous le vaisseau excréteur externe, qui devient ainsi également externe par rapport au système nerveux. Sur tout leur trajet, jusqu'au ganglion terminal, ces nerfs émettent de chaque côté des branches de plus en plus grosses. Les dernières, issues des ganglions, courent parallèlement aux bords des bothridies vers lesquels elles envoient de fines ramifications. Ces branches se réunissent deux à deux, leur ensemble formant avec la commissure qui réunit les deux ganglions un 8 parfait. Toutes les autres branches nerveuses se ramifient beaucoup et s'anastomosent, en formant un magnifique réseau à mailles plus larges que le réseau excréteur et plus rapproché de la face interne des bothridies que ce dernier.

» Chez le Solénophore, les troncs nerveux ne passent sous le vaisseau excréteur externe que dans le voisinage des ganglions. Sur tout leur parcours, ils n'émettent aucune branche ; par suite, absence complète dans ce genre du réseau nerveux si développé chez le *Duthiersia*. D'après le D[r] Griesbach, il existerait, outre les deux ganglions que nous avons signalés à l'extrémité des troncs nerveux, deux autres ganglions situés également dans la lame de séparation des deux bothridies, mais disposés en croix avec les premiers. Ces deux ganglions n'existent pas. Par contre, il en existe quatre autres, qui ont échappé à l'attention de l'observateur allemand : de chaque côté des deux ganglions principaux, part, comme

chez le *Duthiersia*, un nerf qui se dirige parallèlement aux bords de l'orifice de la bothridie, dans laquelle il est situé, et qui forme, en se réunissant au nerf de la face opposée, un anneau complet. Ces nerfs se trouvent immédiatement au-dessous de la forte masse musculaire qui garnit les orifices des bothridies chez les Solénophores. Chacun d'eux présente, un peu avant d'arriver sous cette masse musculaire, un renflement ganglionnaire. Ces ganglions de renforcement sont, dans chaque bothridie, réunis par une commissure. Sur tout leur trajet, les nerfs qui présentent ces ganglions secondaires émettent des ramifications vers les bords des bothridies et leur masse musculaire, ainsi que des filets nerveux assez forts, qui se dirigent en arrière, en se tenant plus rapprochés de la surface interne que de la surface externe des ventouses.

» La différence que présente le système nerveux dn scolex chez les *Duthiersia* et chez les Solénophores tient évidemment au mode de fixation de ces animaux dans l'intestin des hôtes qu'ils habitent. Dans chacun de ces cestodes, les bothridies enlacent une ou plusieurs papilles intestinales; mais, tandis que chez le *Duthiersia* ces papilles sont pressées par toute la surface des bothridies, chez le Solénophore, les papilles sont serrées par les bords seuls des ventouses. Aussi, dans ce dernier, c'est vers les bords que se trouve surtout concentré le système nerveux, tandis que, chez le *Duthiersia*, le système nerveux présente un développement à peu près égal sur toute la surface du scolex. »

THERMOCHIMIE. — *Sur les séléniures de potassium et ceux de sodium.* Note de M. **Charles Fabre**, présentée par M. Berthelot.

« J'ai fait connaître, dans une précédente Note, les séléniures de sodium et ceux de potassium; l'étude calorimétrique de ces composés m'a fourni les résultats suivants :

I. — Séléniure de sodium.

» 1. Chaleur de formation du séléniure de sodium dissous, a partir de la soude dissoute et de l'acide sélénhydrique dissous. — Les expériences ont été faites dans le calorimètre de M. Berthelot. Les solutions d'acide sélénhydrique renfermaient de $\frac{1}{30}$ à $\frac{1}{40}$ d'équivalent d'acide par litre d'eau; les solutions de soude étaient équivalentes à celles de l'acide. J'ai obtenu, par équivalent, à la température moyenne de 13°,

$+3^{\text{Cal}},42$, $+3^{\text{Cal}},81$, $+3^{\text{Cal}},88$, $+3^{\text{Cal}},93$, $+3^{\text{Cal}},96$; moyenne : $+3^{\text{Cal}},80$.

» Un second équivalent d'acide sélénhydrique donne un dégagement de chaleur à peu près identique au précédent. Pour les mêmes dilutions que dans les expériences précédentes, j'ai obtenu, vers 14°,

$$+3^{Cal},41, \quad +3^{Cal},71; \qquad \text{moyenne}: +3^{Cal},56.$$

» 2. Chaleur de formation du séléniure de sodium, a partir de l'acide sélénhydrique gazeux et de la soude dissoute. — J'ai fait agir sur 600^{cc} de solution de soude (renfermant $\frac{1}{4}$ d'équivalent de soude par litre d'eau) $3^{gr},764$ et $2^{gr},250$ d'acide sélénhydrique gazeux; j'ai obtenu, par équivalent,

$$+8^{Cal},50, \quad +8^{Cal},23; \qquad \text{moyenne}: +8^{Cal},36.$$

» 3. Chaleur de dissolution des séléniures de sodium : 1° *Séléniure de sodium* NaSe, 16HO. — J'ai dissous dans 500^{cc} d'eau des poids de sel variant de $3^{gr},210$ à $7^{gr},770$; j'ai obtenu, par équivalent, à la température moyenne de 14°.

$$-11^{Cal},05, \quad -10^{Cal},95; \qquad \text{moyenne}: -11^{Cal},00.$$

» 2° *Séléniure de sodium* NaSe, 9HO. — Deux expériences faites sur $5^{gr},20$ et $9^{gr},784$ de sel dissous dans 500^{cc} d'eau, vers 12°, ont donné par équivalent

$$-5^{Cal},19, \quad -5^{Cal},40; \qquad \text{moyenne}: -5^{Cal},295.$$

» 3° *Séléniure de sodium* NaSe, 4,5HO. — Le poids de ce séléniure dissous dans 500^{cc} d'eau vers 13° a été $1^{gr},793$ dans une expérience, $3^{gr},70$ dans une seconde; j'ai obtenu par équivalent

$$-4^{Cal},04, \quad -3^{Cal},84; \qquad \text{moyenne}: -3^{Cal},93.$$

» 4° *Séléniure de sodium* NaSe. — La dissolution de ce composé a été effectuée comme celle des précédents dans l'eau chargée d'azote; pour éviter l'action de l'air, un courant d'azote était dirigé dans le liquide; j'ai dissous ainsi $1^{gr},341$ et $4^{gr},395$ dans 500^{cc} d'eau vers 14°; j'ai obtenu

$$+8^{Cal},86, \quad +9^{Cal},76; \qquad \text{moyenne}: +9^{Cal},31.$$

II. — Séléniures de potassium.

» 1. Chaleur de formation du séléniure de potassium dissous dans l'eau, a partir de la potasse dissoute et de l'acide sélénhydrique dissous. — A la température moyenne de 15° et pour des dilutions d'acide sélén-

hydrique variant de $\frac{1}{30}$ à $\frac{1}{50}$ d'équivalent par litre d'eau agissant sur des solutions de potasse équivalentes, j'ai obtenu :

$+3^{Cal},47$, $+3^{Cal},64$, $+3^{Cal},82$, $+4^{Cal},11$; moyenne : $+3^{Cal},76$.

» Le second équivalent d'acide sélénhydrique produit à peu près le même effet que le premier; j'ai obtenu, dans les conditions énoncées ci-dessus,

$+3^{Cal},26$, $+3^{Cal},51$; moyenne : $+3^{Cal},385$.

» 2. Chaleur de formation du séléniure de potassium, a partir de l'acide sélénhydrique gazeux et de la potasse dissoute. — J'ai fait agir $3^{gr},5815$ et $5^{gr},0155$ d'acide sélénhydrique gazeux sur 600^{cc} d'une solution de potasse ($\frac{1}{4}$ d'équivalent par litre); à la température moyenne de $14°,5$, j'ai obtenu par équivalent

$+8^{Cal},310$, $+8^{Cal},610$; moyenne : $+8^{Cal},46$.

» 3. Chaleur de dissolution des séléniures de potassium : 1° *Séléniure de potassium :* K Se, 19HO. — Deux expériences faites sur $4^{gr},75$ et $3^{gr},500$ de sel dissous dans 500^{cc} d'eau vers 14° ont donné

$-14^{Cal},43$, $-14^{Cal},88$; moyenne : $-14^{Cal},65$.

» 2° *Séléniure de potassium :* K Se, 14HO. — La dissolution de $1^{gr},920$ et $5^{gr},294$ de ce sel dans 500^{cc} d'eau vers 13° a donné par équivalent

$-10^{Cal},03$, $-10^{Cal},40$; moyenne : $-10^{Cal},22$.

» 3° *Séléniure de potassium :* K Se, 9HO. — J'ai dissous $1^{gr},8225$ et $9^{gr},612$, dans 500^{cc} d'eau vers 14°; j'ai obtenu, par équivalent de sel

$-9^{Cal},52$, $-9^{Cal},69$; moyenne : $-9^{Cal},60$.

» 4° *Séléniure de potassium :* K Se. — La préparation de ce composé n'ayant pu le fournir à l'état de pureté absolue, c'est sous toutes réserves que je donne les résultats suivants; deux expériences faites sur $2^{gr},661$ et $2^{gr},965$ de sel dissous dans 500^{cc} d'eau à 130° ont donné, par équivalent de K Se *supposé pur,*

$+4^{Cal},32$, $+4^{Cal},21$; moyenne : $+4^{Cal},27$

III. — Conséquences.

» Si l'on joint aux résultats ci-dessus énoncés la chaleur de formation de l'acide sélénhydrique à partir de ses éléments

H gaz + Se sol. = H Se gaz .... $-2^{Cal},7$ (Hautefeuille)

on peut déduire plusieurs conséquences importantes, parmi lesquelles je citerai les suivantes:

» 1° *Chaleur de dissolution de l'acide sélénhydrique dans l'eau.* — On peut l'obtenir par deux moyens ; nous savons, en effet, que

NaO, HO diss. + HSe gaz = NaSe diss. + HO liq. . .	$+\overset{\text{Cal}}{8,36}$
NaO, HO diss. + HSe diss. = NaSe diss. + HO liq. . .	+ 3,80
La différence.	+ 4,56

donne la chaleur de dissolution de l'acide sélénhydrique dans l'eau ; d'autre part, nous avons vu que

KO, HO diss. + HSe gaz = KSe diss. + HO liq	$+\overset{\text{Cal}}{8,46}$
KO, HO diss. + HSe diss. = KSe diss. + HO liq.	+ 3,76
La différence.	+ 4,70

nous donne une seconde valeur qui s'écarte peu de la première ; nous prendrons la moyenne $+ 4^{\text{Cal}},63$ pour HSe $= 40^{\text{gr}},4$.

» 2° *Chaleur de formation des séléniures à partir des éléments.* — On l'obtient à l'aide des deux cycles suivants :

Premier cycle.

Na + Se = NaSe sol.	x
H gaz + O gaz = HO liq.	+ 34,50
NaSe sol. + HO liq. = NaSe diss.	+ 9,31
Somme.	x + 43,81

Deuxième cycle.

Na + O + Aq = NaO diss.	+ 77,60
H + Se sol. = HSe gaz	− 2,70
HSe gaz + NaSe diss. = NaSe diss. + HO liq.	+ 8,36
Somme.	+ 83,26
x = 83,26 — 43,81.	$39^{\text{Cal}},45$

» En effectuant le même calcul pour le séléniure de potassium, on trouve que

K sol. + Se sol. = KSe sol.	$49^{\text{Cal}},17$

» La différence entre les chaleurs de formation des composés de potassium et de sodium, soit $+ 9^{\text{Cal}},7$, diffère peu de celle des sulfures correspondants d'après M. Sabatier, soit + 7,1 ; entre les chlorures, on a + 8,3 ; entre les bromures, + 9,7 ; entre les iodures, 11,2 ; entre les cyanures + 7,2 ; c'est toujours le même ordre de grandeur. »

BOTANIQUE FOSSILE. — *Sur le* Sigillaria Menardi. Note de M. **B. Renault**, présentée par M. Duchartre.

« Le travail que j'ai publié sur les fructifications mâles de certaines Sigillaires ([1]) et les conséquences qui en découlent ont soulevé quelques critiques en Allemagne ([2]). Dans ma courte Note sur ce sujet, j'ai dit que Brongniart (1839) avait fait connaître la structure des Sigillaires appartenant au genre *Clathraria*, en décrivant dans son Mémoire classique un rameau de *S. Menardi*, et que jusqu'ici on ne connaissait avec certitude que l'organisation des Sigillaires à écorce lisse.

» M. Weiss s'inscrit en faux contre ces assertions : il essaye de démontrer, au moyen d'une figure quelque peu schématique, qu'il est impossible d'assimiler la Sigillaire silicifiée d'Autun au *S. Menardi*. Comme cette critique porte sur un fait d'observation que chacun peut vérifier, puisque l'échantillon original existe dans les collections du Muséum, je crois devoir en donner de nouveau une description, avec l'échantillon sous les yeux.

» Sur les 23 cicatrices complètes et bien conservées que porte l'écorce de cette Sigillaire, il est impossible de découvrir un périmètre *hexagonal*, ni dans le contour du coussinet, ni dans celui de la cicatrice foliaire. Le contour du coussinet est *rhomboïdal*, allongé transversalement, à angles latéraux très aigus; les angles inférieurs et supérieurs sont franchement arrondis; son diamètre transversal est de $5^{mm},3$, sa hauteur de $2^{mm},6$.

» Entre les coussinets, on remarque de légères bandes en relief qui, en s'entre-croisant, forment un réseau à mailles rhomboïdales, larges de 6^{mm} et hautes de 3^{mm}.

» Les cicatrices foliaires ne recouvrent pas complètement le coussinet; leur contour est sensiblement rhomboïdal, à angles latéraux moins aigus que ceux de ce dernier : l'angle inférieur est arrondi; l'angle supérieur présente quelquefois une légère troncature concave. Le plan de base d'insertion est oblique à cause de la saillie du coussinet, qui est plus considérable sur son contour inférieur que sur son bord supérieur.

» Les trois cicatricules sont très nettes sur un certain nombre de cica-

---

([1]) *Comptes rendus*, séance du 7 décembre 1885.

([2]) *Sitzungsberichte der Gesellschaft naturforsc. Freunde zu Berlin*, 16 Februar 1886.

trices foliaires, placées un peu au-dessus de la moitié de leur hauteur; celle du milieu est allongée transversalement, en forme d'arc concave en dessus; les deux latérales sont également arquées et un peu plus rapprochées l'une de l'autre par leur extrémité supérieure.

» Les coussinets et les cicatrices foliaires ne sont pas placés sur des lignes verticales *parallèles* à l'axe de la tige, mais en files légèrement inclinées de droite à gauche quand on regarde la surface de l'échantillon. On peut encore les comprendre dans deux systèmes de lignes spirales entre-croisées, formant entre elles un angle de 45° à 47°.

» L'épaisseur de la partie subéreuse de l'écorce est de 4^{mm}; les côtes *apparentes* superficielles, qui ne sont dues qu'au relief des coussinets, ne se retrouvent *nullement* sur la surface interne, qui est régulièrement cylindrique. Dans les Sigillaires cannelées, *S. Saullii* entre autres, dont nous possédons des échantillons à structure conservée, les côtes longitudinales sont encore parfaitement appréciables sur la surface *interne* de la zone subéreuse.

» Je ne crois pas que la description précédente permette d'assimiler la Sigillaire en question à une Sigillaire cannelée; mais je pense, au contraire, qu'elle la place dans la section des *Clathraria*, dans le voisinage du *S. Menardi*, si même elle ne l'identifie avec ce dernier. J'ai dit précédemment (¹) que le moulage de la surface de cette Sigillaire donnait une empreinte parfaitement conforme à la *fig.* 6, *Pl. CLVIII* de l'*Histoire des végétaux fossiles*, dans laquelle Brongniart a représenté le *S. Menardi*. Les lignes spirales croisées, qui comprennent les cicatrices de cette figure, font entre elles un angle de 55° environ; le rameau porte des cicatrices un peu plus grandes que celles de l'échantillon silicifié; les coussinets offrent, en effet, 7^{mm} en largeur et $3^{mm},5$ en hauteur.

» Je terminerai par une remarque qui a bien quelque valeur, émise par M. Zeiller. Le *S. elegans* est surtout abondant dans la partie supérieure du terrain houiller moyen; il devient de plus en plus rare dans le terrain houiller supérieur, et ne se rencontre plus dans le terrain permien. Or l'échantillon silicifié en question a été recueilli par M. Landriot dans les *Champs de la Justice*, gisement le plus connu des végétaux pétrifiés de la région; ce gisement se trouve *au toit* des couches exploitées du boghead, lesquelles terminent la formation permienne des environs d'Autun.

» Je puis donc maintenir, malgré l'opinion de M. Weiss, que, jusqu'ici,

---

(¹) *Loc. cit.*

on ne connaît avec certitude que la structure interne des Sigillaires à écorce lisse, et qu'elles sont phanérogames, comme Brongniart l'a toujours pensé. »

MINÉRALOGIE. — *Sur les roches cristallophylliennes et archéennes de l'Andalousie occidentale.* Note de MM. **Michel Lévy** et **J. Bergeron**, présentée par M. Fouqué.

« Dans une Note précédente, nous avons cherché à rendre compte de la disposition générale que présentent les roches cristallines de la serrania de Ronda et de la côte de l'Andalousie. Un examen plus approfondi de ces roches a fait ressortir quelques faits nouveaux, que nous allons résumer en commençant par le système le plus ancien.

» I. *Roches cristallophylliennes et archéennes. Gneiss et micaschistes.* — Les plus anciennes assises de cette série ne paraissent que dans la serrania de Ronda, où elles débutent par des gneiss, dans lesquels nous avons découvert la *cordiérite* et ses produits de décomposition (*gigantolite*, etc.) en abondance. Les gneiss à cordiérite apparaissent le long de la côte entre Benalmadena et Marbella, ainsi qu'entre Istan et Monda. La cordiérite contient comme inclusions fréquentes la sillimanite et parfois de petits octaèdres de pléonaste.

» A la partie supérieure de cette formation de gneiss et micaschistes, on trouve en alternance des bancs d'amphibolites et de dolomies. Les *amphibolites*, que l'on peut bien étudier à la mine de fer de Marbella et aux environs d'Ojen, sont tantôt à labrador, tantôt à anorthite; elles contiennent toujours du sphène, et quelquefois du pyroxène; la *hornblende* passe à des variétés très ferrugineuses.

» Les *dolomies*, nettement intercalées dans les gneiss, parfois en bancs épais, constituent en plusieurs points des montagnes entières. C'est dans une de ces masses dolomitiques, entre Ojen et Istan, aux llanos de Juanar, que nous avons découvert une intéressante association minéralogique, tout à fait analogue à celle de Pargas. Elle constitue un lit de faible épaisseur, contenant les minéraux suivants: pyrite de fer, fer titané, sphène, rutile [1], pargasite, humite, clino-humite, pléonaste, anorthite, talc. Ces minéraux sont énumérés dans l'ordre de leur consolidation, en commençant par les plus anciens.

---

[1] M. Mac-Pherson avait déjà signalé le rutile dans ce gisement.

» La pargasite, d'une couleur violacée, possède les caractères d'une amphibole à bissectrice aiguë positive ([1]); la humite orthorhombique est incolore en plaque mince. La clino-humite présente un polychroïsme très marqué dans les teintes jaunes et des macles nombreuses suivant *p*; elle est également associée suivant cette face à la humite. Tantôt ces divers minéraux sont groupés entre eux à la façon de ceux des amphibolites, tantôt ils sont en grains clairsemés dans la dolomie. Un exemple de cette dernière association nous a été fourni par une dolomie minéralisée, affleurant sur la route de Marbella à l'entrée d'Ojen.

» II. *Schistes cristallophylliens à minéraux.* — Cette série, qui succède immédiatement à la précédente, est surtout développée dans l'est de l'Andalousie et notamment dans la sierra Nevada, où nous avons eu occasion de l'étudier en collaboration avec MM. Barrois et Offret. Elle est nettement représentée dans la serrania de Ronda, à la descente de Benalmadena vers Fuengirola et sur le chemin d'Istan à Monda, par des schistes micacés riches en tourmaline et en andalousite. Nous en avons également rencontré de nombreux et intéressants représentants le long de la côte de la Méditerranée, entre Motril et Velez-Malaga; notamment à 10^{km} à l'est d'Almuñecar; ces schistes contiennent une association de rutile, de grenat, de quartz, de mica noir, de mica blanc, de disthène, de staurotide et d'andalousite ([2]) avec filonnets de quartz bipyramidé associé à du talc.

» Près de Nerja, ces mêmes schistes contiennent des alternances de *calcaires cristallins épidotifères* et d'*amphibolites* du type spécial des *éclogites*.

([1]) M. Lacroix a bien voulu nous faire l'analyse de la pargasite de Juanar; sa densité est de 3,01; elle contient :

		Pour 100.	Oxygène.	
Silice	0,309	43,582	23,143	
Alumine et fer (traces)	0,116	16,375	7,631	
Chaux	0,037	12,277	3,508	13,436
Magnésie	0,176	24,964	9,978	
Perte au feu	0,011	1,551		
	0,709	98,749		

C'est une pargasite pauvre en fer.

([2]) L'andalousite a été déjà signalée par plusieurs auteurs, notamment par M. Mac Pherson; le disthène, par M. Scharenberg.

L'étude de ces minéraux a permis de rectifier quelques erreurs qui ont cours sur leur biréfringence. Le disthène a une biréfringence de 0,021; la staurotide, de 0,012 à 0,015. Ces chiffres ont été vérifiés sur des minéraux de diverses provenances.

Nous y avons relevé l'association suivante : grenat, tourmaline, zircon, fer oxydulé, rutile, épidote, amphibole polychroïque dans les teintes bleu violacé et bleu verdâtre, et rappelant certaines variétés de glaucophane, quartz, mica blanc.

» M. Noguès a bien voulu soumettre à l'examen de l'un de nous des calcaires cristallins de la sierra de Peñaflor, près Séville, qui appartiennent vraisemblablement au même niveau. Ils contiennent, comme minéraux métamorphiques, du sphène, du rutile, de l'amphibole vert émeraude, un feldspath triclinique, du mica noir à un axe et une belle scapolite.

» III. Les *schistes archéens,* qui succèdent aux schistes à minéraux, présentent fréquemment le type micacé dans lequel les grains de quartz, grossièrement bipyramidés, sont moulés par le mica noir de consolidation récente. Nous y avons trouvé comme minéraux accessoires le rutile, la tourmaline, le grenat et parfois la staurotide et la chiastolite. Les environs immédiats d'Almuñecar présentent ces associations.

» Dans la serrania de Ronda, les schistes micacés dominent à partir de Tolox jusqu'au nord de Yunquera. On en trouve également une bande étroite le long de la côte entre Benalmadena et Fuengirola, et cette disposition semble confirmer que les terrains anciens de l'Andalousie constituent dans leur ensemble un grand pli anticlinal.

» Accessoirement, les schistes micacés contiennent des bandes plus basiques analogues aux cornes vertes du Plateau Central et même des calcaires cristallins. Nous rapportons à cet étage les alternances de schistes et de calcaires qui s'étendent entre Yunquera et Burgo, et les schistes amphiboliques qui apparaissent à Salobreña et au pont d'Almuñecar. Le sphène, l'amphibole et l'épidote y sont abondants.

» IV. Puis viennent des schistes séricíteux et chloriteux également riches en aiguilles de rutile, mais entremêlés de roches franchement clastiques à débris de quartz, de feldspath et de mica. Ils présentent un grand développement de Malaga à la station del Chorro, par Alora, et sur la route de Colmenar.

» A 10^{km} à l'est d'Alora, on trouve intercalés dans ces schistes détritiques quelques bancs de leptynite feldspathique et amphibolique. L'un d'eux contient des grenats criblés d'inclusions gazeuses en forme de cristaux négatifs. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur l'inclinaison des couches isothermes dans les eaux profondes du lac Léman.* Note de M. **F.-A. Forel.**

« Nous avons admis jusqu'à présent que, sauf dans les golfes littoraux, la température de l'eau est la même, à la même profondeur, dans les diverses parties du lac; que les couches isothermes de chaleur, décroissant de haut en bas, sont horizontales dans toute la région pélagique du Léman. Des séries de sondages thermométriques, exécutés pendant l'été de 1885, m'ont montré qu'il n'en est pas ainsi.

» Dans la même semaine, au mois de juillet 1885, j'ai mesuré la température de l'eau aux deux extrémités du Grand-Lac, devant Chillon, près des bouches du Rhône, et devant Yvoire, à l'entrée du Petit-Lac. Voici les résultats de ces sondages :

m	Chillon. °	Yvoire. °
0................	21,0	21,9
10................	14,5	17,8
20................	11,3	12,5
30................	10,5	8,7
40................	9,0	7,3
50................	8,7	6,7
60................	8,2	6,5

» Il y a là des différences relativement fortes, dépassant les erreurs possibles d'expérimentation : entre 30^m et 60^m, l'eau est notablement plus froide à Yvoire qu'à Chillon; la différence, à profondeur égale, s'élève jusqu'à 2°.

» Étais-je en présence d'un fait local? L'anomalie était-elle due, par exemple, à l'existence de sources sous-lacustres d'eau froide à Yvoire, comme le supposaient les pêcheurs, ou bien encore à l'entraînement de l'eau profonde par le courant normal du lac? Le courant aurait pu rapprocher les isothermes, en soulevant les couches profondes dans le déplacement d'ensemble de l'eau qui, ce jour-là, d'après mon calcul, était emportée du Grand-Lac dans le détroit d'Yvoire avec une vitesse de 150^m en vingt-quatre heures? Avais-je affaire à un accident local? J'ai répondu à cette question en répétant mes sondages thermométriques. Des séries, opérées devant Évian et devant Morges, à moitié distance entre les stations extrêmes, m'ont donné des chiffres intermédiaires entre ceux de Chillon

et ceux d'Yvoire. Des séries de sondages, exécutés entre Vevey et les bouches du Rhône, m'ont montré une croissance progressive de la température, à mesure que j'avançais vers l'embouchure du fleuve. Des sondages répétés, dans les mois d'août et de septembre, m'ont donné les mêmes résultats. Je suis donc en présence, non d'un fait local et accidentel, mais d'un fait général qui peut se formuler ainsi : les couches isothermes du lac ne sont pas horizontales, mais inclinées; elles se relèvent en s'éloignant de l'embouchure du Rhône.

» C'est la justification du paradoxe que j'ai énoncé, il y a quelques années déjà, en disant que le Rhône, fleuve glaciaire, réchauffe le lac dans lequel il se verse. Je me fondais sur le raisonnement suivant : les eaux froides du Rhône, en entrant dans le lac, cherchent, en descendant le long du talus, une couche de même densité que la leur, et là s'étalent en nappe horizontale, entre deux eaux. Mais les eaux du fleuve sont troubles et chargées d'alluvions; elles sont donc, à température égale, plus denses que celles du lac, relativement claires. De l'eau du Rhône, à 10° par exemple, devra descendre jusque dans la couche du lac à 9°, à 8° même, pour trouver une couche de même densité qu'elle; l'eau du fleuve à 10°, se mélangeant à l'eau du lac à 8°, réchauffera cette dernière. Ma formule exprime donc la réalité des faits; et, pour lui enlever son apparence paradoxale, je n'ai qu'à la modifier en ces termes : le Rhône, dont les eaux sont chargées d'alluvions, en raison de leur origine glaciaire, réchauffe les eaux claires du lac en se mélangeant avec elles.

» Je considère donc le Léman comme étant rempli d'une eau stratifiée thermiquement, mais dont les couches sont notablement plus chaudes à une extrémité qu'à l'autre. Comment, dans un bassin qui n'est pas indéfiniment grand, l'équilibre statique se maintient-il? L'alluvion, que les eaux de la partie orientale du lac gardent en suspension pendant des semaines ou des mois, suffit pour compenser la différence de densité résultant de la différence de température, et empêcher la rupture de l'état d'équilibre. Les eaux de Chillon sont plus chaudes et par conséquent plus légères que les eaux d'Yvoire; mais les premières sont troubles, les secondes claires. Un calcul très simple me permet de trouver quelle est la surcharge d'alluvion nécessaire pour amener la colonne d'eau chaude à être égale au poids de la colonne d'eau froide : 100^{gr} d'alluvion par mètre cube d'eau suffiraient à rétablir l'équilibre. C'est là un chiffre qui n'a rien d'improbable, étant donnés le débit du Rhône du Valais et la quantité d'alluvion impalpable qu'il charrie.

» L'inclinaison des isothermes, que je constate dans le Léman, est-elle un fait comparable à celui qui est connu dans l'Océan? Dans l'Atlantique, les couches de même profondeur sont d'autant plus froides que l'on s'élève dans des latitudes plus boréales ou plus australes à partir du 36e degré de latitude nord. Il y a donc là aussi inclinaison des couches isothermes, qui plongent en s'éloignant des pôles.

» Mais, entre les deux faits analogues, je vois une différence fondamentale. Dans l'Océan, il n'y a pas équilibre stable; des courants profonds, qui transportent l'eau vers l'équateur thermique, tendent sans cesse à rétablir l'état statique, lequel est sans cesse détruit par de nouvelles pertes de chaleur dans les régions polaires. Dans notre lac, au contraire, il me paraît qu'il existe un état d'équilibre stable, et qui n'est modifié que fort lentement par les variations de l'alluvion du Rhône, très abondante lors de la fonte des neiges, au printemps et en été, très faible dans les périodes de gelée de l'hiver. La distance qui sépare mes stations extrêmes d'observation (50^{km}) est trop petite, les actions qui rétablissent l'équilibre dans la masse du lac (balancement des seiches, courants locaux) sont trop efficaces, la cause disturbante de l'alluvion du Rhône est trop peu considérable, pour que je doive hésiter à admettre un état d'équilibre statique dans la masse entière du Léman. Je viens d'en montrer la possibilité théorique.

» Ainsi donc, dans l'Océan, équilibre instable et courants tendant à ramener à l'état statique; dans le lac, équilibre statique. L'analogie entre les deux faits est seulement apparente.

» Si mes déductions sont exactes, nous avons dans le thermomètre un instrument capable de montrer la présence de l'alluvion en suspension dans les couches profondes du lac. Puisque j'ai constaté des différences appréciables dans la température des eaux entre Morges-Évian d'une part, et Yvoire de l'autre, je dois admettre que les eaux troubles du Rhône s'avancent dans les profondeurs du Léman au moins jusqu'à Morges, c'est-à-dire à 30^{km} de l'embouchure du fleuve. C'est peu de chose, si je compare le chiffre à l'extension, dans l'Océan, des grands fleuves qui y apportent leurs eaux douces; c'est beaucoup, si je tiens compte de la faiblesse relative du débit du Rhône, qui dans les mois d'été varie de 500^{mc} à 1000^{mc} par seconde. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'origine probable des tremblements de terre.* Note de M. **Ch. Lallemand**, présentée par M. Bouquet de la Grye.

« Le sol sur lequel nous vivons est dans un état perpétuel de mouvement.

» Dans la portion infime de notre planète qui est habitée par des peuples civilisés, on compte, en effet, deux tremblements de terre, en moyenne, par jour, ce qui en suppose une cinquantaine pour toute l'étendue du globe.

» Les recherches de M. Bouquet de la Grye sur les déviations de la verticale à l'île Campbell; les études de M. d'Abbadie, en France, et de MM. Darwin, en Angleterre, sur le même sujet; les observations *microsismiques* poursuivies dans différents pays, notamment au Japon par MM. Milne, Ewing, Wagener, et surtout en Italie par MM. Rossi, Bertelli, Galli, etc., décèlent, d'autre part, l'existence de mouvements imperceptibles et continuels du sol.

» Ces mouvements, que les dépressions barométriques semblent amplifier, sont plus fréquents en hiver qu'en été et augmentent ordinairement d'intensité à l'approche des équinoxes, où ils dégénèrent souvent en tremblements de terre.

» Tous ces faits, qui ont déjà donné lieu à de nombreuses théories ([1]), dénotent incontestablement l'existence d'une force intérieure, permanente et universelle. Ils ne peuvent guère s'expliquer en dehors de la vieille hypothèse d'un noyau central fluide, qui a été soutenue en France, surtout par Élie de Beaumont.

» Au cours d'une mission en Italie, dirigée par M. de Chancourtois, pour l'étude des questions sismologiques, j'ai entrevu la possibilité de rattacher en outre les phénomènes sismiques à une théorie récente et ingénieuse de la forme de la Terre, due à M. Lowthian Green ([2]), d'après laquelle le globe terrestre aurait pris, en se refroidissant, une forme générale dérivée du tétraèdre. Cette hypothèse est justifiée, à mon avis, par ce fait que de tous

---

([1]) M. Fouqué les a résumées dans une intéressante Communication à la Société de Géographie (séance du 23 janvier 1885).

([2]) *Vestiges of the Molten Globe,* Londres, 1875. Cette théorie a été exposée par M. de Lapparent, dans un article intitulé : *La symétrie sur le globe terrestre,* Bruxelles, 1882.

les solides réguliers, le tétraèdre est celui qui embrasse le plus petit volume sous une surface donnée et qui, par conséquent, impose à l'écorce le minimum de contraction ([1]).

» Les quatre sommets de ce tétraèdre plus ou moins régulier seraient constitués par le continent polaire austral, et les trois massifs principaux des Alpes en Europe, de l'Himalaya en Asie, et des montagnes Rocheuses dans l'Amérique du Nord.

» Les quatre grandes dépressions occupées par les océans Indien, Atlantique, Pacifique, Arctique formeraient les faces de ce tétraèdre, dont les trois arêtes dirigées vers la pointe australe seraient figurées assez correctement par les continents africain, australien et américain méridional qui, tous trois, sont terminés en pointe vers le sud.

» A mesure que s'accentuait la forme tétraédrique, les trois pointements de l'hémisphère nord s'éloignaient de la ligne des pôles, pendant que les parties voisines de la pointe australe s'en rapprochaient : les premiers se trouvaient ainsi avoir une vitesse de rotation plus faible que les points correspondants de la sphère primitive et restaient en retard dans le mouvement de rotation de la Terre sur elle-même, pendant que les terres de l'hémisphère sud, conservant, au contraire, un excès de vitesse, prenaient de l'avance vers l'est.

» Telle serait, d'après M. Green, la raison pour laquelle les terres de l'hémisphère austral sont toutes déjetées vers l'est par rapport aux continents septentrionaux dont elles forment les prolongements.

» Un autre résultat de cette espèce de torsion du solide tétraédrique autour de son axe aurait été la production, au-dessus de l'équateur, d'une suite de dépressions occupées aujourd'hui par la Méditerranée, la mer Rouge, le golfe Persique, les mers de la Sonde et le golfe du Mexique, qui séparent les reliefs septentrionaux de leurs prolongements vers le sud.

» D'après M. Green, la forme tétraédrique continuerait encore à s'accuser; les montagnes se soulèveraient de plus en plus pendant que les océans se creuseraient chaque jour davantage, fait que semblent confirmer les observations géologiques les plus récentes.

» Les tremblements de terre me paraissent s'expliquer tout naturellement, si l'on admet cette théorie.

» La contraction résultant du refroidissement aurait eu, en effet, pour

---

([1]) J'ai obtenu une vérification expérimentale en faisant progressivement le vide dans des ballons de caoutchouc.

conséquences, des plissements au début, alors que l'écorce était encore plastique; puis, plus tard, des fractures lorsqu'elle est devenue plus résistante.

» Les régions avoisinant les arêtes et surtout les sommets du tétraèdre, — celles où l'écorce a subi les plus grandes déformations, — auraient été, avec la grande dépression intercontinentale, les principaux théâtres de ces fractures et seraient restées, par suite, des zones de moindre résistance, appelées à céder de nouveau au premier effort.

» Avec les progrès du refroidissement, les anciennes cassures s'ouvriraient et se propageraient ainsi chaque jour plus loin.

» Les tremblements de terre, comme les volcans, ne seraient, dès lors, qu'un phénomène secondaire, révélateur du travail incessant qui se produit dans l'intérieur de l'écorce.

» Ils auraient ainsi pour foyers principaux les masses continentales de l'hémisphère nord avec leurs prolongements méridionaux, et surtout la zone occupée par la Méditerranée, le golfe Persique, les mers de la Sonde et le golfe du Mexique; ce qui semble bien d'accord avec la réalité.

» Le choc résultant de la rupture de l'équilibre en un point et à un instant donnés déterminerait, dans le sol, des vibrations multiples, d'amplitudes comme de périodes différentes, se propageant dans toutes les directions et produisant leur maximum d'effet le long des surfaces de dislocation préexistantes. Les plus rapides de ces vibrations, qui sont en même temps les plus destructives, s'éteindraient très vite, en vertu de l'inertie de la matière, et ne feraient sentir leur action que dans une zone restreinte autour de leur foyer d'origine. Les oscillations lentes, au contraire, se propageraient au loin, avec des vitesses et des intensités variables, suivant le degré de continuité et d'élasticité des couches terrestres.

» On conçoit en outre facilement que, au voisinage de l'équateur et dans toute la zone tropicale, l'existence d'une marée intérieure luni-solaire pourrait devenir, à certains moments, la cause déterminante de la rupture de l'équilibre. Ainsi s'expliqueraient la fréquence plus grande des tremblements de terre dans la région équatoriale et leur recrudescence nettement constatée à l'approche des équinoxes, en relation avec les grandes marées de l'Océan. »

M. **Léopold Hugo** adresse une Note « Sur une construction relative au nombre 10 et au carré du nombre 12 ».

M. G. **Privat** adresse une Note sur la trajectoire des projectiles dans l'air.

M. Ch. **Degagny** adresse une Note intitulée « Synthèse de la matière organisée vivante; formation des protoplasma, à partir d'une matière azotée soluble et des hydrates de carbone ».

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Commission chargée de préparer une liste de candidats pour la place de Secrétaire perpétuel, laissée vacante par le décès de M. *Jamin*, présente la liste suivante :

Par ordre d'ancienneté. . . . . { M. **Vulpian**.
M. **Alph. Milne-Edwards**.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

J. B.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 29 MARS 1886.

PRÉSIDENCE DE M. JURIEN DE LA GRAVIÈRE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la flexion des prismes* (suite); par M. **H. Resal**.

« 1° *Cylindre elliptique.* — En éliminant les différentielles au moyen de l'équation

$$(1) \qquad \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = 1,$$

l'équation (15') devient

$$\left[\left(\frac{3}{2}\lambda + \mu\right)y^2 - \frac{\lambda z^2}{z} + \theta(y + iz) + \theta(y - iz)\right]c^2 y + i\left[\theta(y + iz) - \theta(y - iz)\right].$$

A l'inspection de cette dernière équation, on est conduit à poser

$$\theta(y) = \frac{A}{2} + \frac{B}{2}y^2,$$

A et B étant deux constantes qui sont à déterminer. Il vient alors

$$(J) \qquad \left[\left(\frac{3}{2}\lambda + \mu + B\right)y^2 - \left(\frac{\lambda}{2} + B\right)z^2 + A\right]c^2 - 2Bb^2z^2 = 0.$$

En substituant à y^2 sa valeur déduite de l'équation (I) et identifiant, on trouve

$$(K) \qquad \begin{cases} B = -\dfrac{\left(\frac{3}{2}\lambda + \mu\right)b^2 + \frac{\lambda}{2}c^2}{3b^2 + c^2}, \\ A = -\dfrac{(3\lambda + 2\mu)b^2 + (\lambda + \mu)c^2}{3b^2 + c^2}. \end{cases}$$

» Il est facile maintenant de former les expressions des pressions p_{xx}, p_{xy}, p_{xz}; mais nous ne nous occuperons que de la seconde, en vue de la deuxième des conditions (B), dont la considération a échappé à l'attention de M. de Saint-Venant.

» On déduit de la formule (10′) ou, plus simplement, du premier terme de l'équation (J)

$$p_{xy} = \frac{P}{(3\lambda + 2\mu)I_z}\left[\left(\frac{3}{2}\lambda + \mu + B\right)y^2 - \left(\frac{\lambda}{2} + B\right)z^2 + A\right].$$

La condition précitée devient

$$\left(\frac{3}{2}\lambda + \mu + B\right)I_z - \left(\frac{\lambda}{2} + B\right)I_y + \pi A bc + (3\lambda + 2\mu)I_z = 0;$$

or

$$I_z = \pi\frac{cb^3}{4}, \qquad I_y = \pi\frac{bc^3}{4};$$

par suite,

$$\left(\frac{9}{2}\lambda + 3\mu + B\right)b^2 - \left(\frac{\lambda}{2} + B\right)c^2 + 4A = 0$$

ou

$$\mu(b^2 + c^2) = 0.$$

Il suit de là que les hypothèses (2), (2′) et (D) considérées simultanément sont inadmissibles.

» 2° *Prisme rectangulaire*. — Soient $2b$, $2c$ les côtés de la section droite parallèles à Oy, Oz, m un nombre quelconque, N, A_m deux coefficients arbitraires. La fonction

$$(16) \qquad f_1 = Ny + \Sigma A_m(e^{my} - e^{-my})\cos mz$$

vérifie l'équation (14), s'annule pour $y = 0$, et sa dérivée par rapport à z

change de signe avec cette variable. Elle remplit donc les conditions voulues.

» De l'équation (15) on déduit

» Pour $y = \pm b$,

$$\left(\frac{3}{2}\lambda + \mu\right)b^2 - \frac{\lambda z^2}{2} + \Sigma m \mathrm{A}_m (e^{mb} + e^{-mb}) \cos mz = 0 \qquad \text{entre} \qquad z = \pm c.$$

» Pour $y = \pm c$,

$$\Sigma m \mathrm{A}_m (e^{my} - e^{-my}) \sin mc = 0 \qquad \text{entre} \qquad y = \pm b.$$

» En désignant par n un nombre entier positif quelconque, la seconde de ces équations sera satisfaite en prenant

$$(17) \qquad m = n\frac{\pi}{c},$$

et la première devient, en y remplaçant A_m par A_n,

$$\left(\frac{3}{2}\lambda + \mu\right)b^2 - \frac{\lambda z^2}{2} + \mathrm{N} + \sum_1^\infty n\frac{\pi}{c}\mathrm{A}_n\left(e^{n\frac{\pi b}{c}} + e^{-n\frac{\pi b}{c}}\right)\cos n\frac{\pi z}{c} = 0.$$

» En multipliant par dz et intégrant entre les limites $-c$ et c, on trouve

$$(18) \qquad 2\mathrm{N} = -(3\lambda + \mu)b^2 + \frac{\lambda c^2}{3}.$$

» En multipliant maintenant par $\cos n\frac{\pi z}{c}dz$ et intégrant de la même manière, on obtient

$$(19) \qquad \mathrm{A}_n = \frac{2\lambda c^2 \cos n\pi}{n^3\pi^3\left(e^{n\frac{\pi b}{c}} + e^{-n\frac{\pi b}{c}}\right)}.$$

» Nous avons maintenant, en nous reportant aux formules (10'), (16) et (17),

$$p_{xy} = \frac{\mathrm{P}}{(3\lambda + 2\mu)\mathrm{I}_z}\left[\left(\frac{3}{2}\lambda + \mu\right)y^2 - \frac{\lambda z^2}{2} + \mathrm{N} + \sum_1^\infty n\frac{\pi}{c}\mathrm{A}_n\left(e^{n\frac{\pi y}{c}} + e^{-n\frac{\pi y}{c}}\right)\cos n\frac{\pi z}{c}\right],$$

$$\int_{-c}^{c} p_{xy}\,dz = \frac{\mathrm{P}c}{(3\lambda + \mu)}\left[(3\lambda + 2\mu)y^2 - \frac{\lambda c^2}{3} + 2\mathrm{N}\right],$$

$$\int p_{xy}\,d\omega = \int_{-b}^{b} dy \int_{-c}^{c} p_{xy}\,dz = \frac{2\mathrm{P}bc}{(3\lambda + 2\mu)\mathrm{I}_z}\left[(3\lambda + 2\mu)\frac{b^2}{3} - \frac{\lambda c^2}{3} + 2\mathrm{N}\right].$$

» En ayant égard à la valeur de N et remarquant que $I_z = \frac{4}{3} b^3 c$, on trouve

$$\int p_{xy}\, d\omega = -P,$$

et la seconde des conditions (B) est satisfaite.

» En résumé, dans le cas particulier de la flexion d'un prisme que nous avons considéré, l'hypothèse que nous avons faite dès l'origine sur la nullité de trois pressions n'est pas admissible pour le prisme elliptique; elle l'est au contraire pour le prisme rectangulaire dont le problème relatif à la flexion peut être considéré comme résolu. »

Note sur les travaux du canal de Panama;
par M. **Ferdinand de Lesseps.**

« J'avais promis, lors de mon départ pour Panama, qu'à mon retour, au bout de soixante jours, je dirais à l'Académie les résultats de mon voyage et l'état d'avancement des travaux du canal interocéanique.

» Je remets aujourd'hui à l'Académie un plan sur lequel est marqué le parcours du canal que j'ai visité, avec une Commission composée de délégués de Chambres de commerce de France, d'Amérique, etc. Les variétés de la nature du sol sont indiquées sur ce plan par des couleurs différentes.

» La première fois que j'allai à l'isthme de Panama, il y a six ans, il était impossible de traverser, sauf le long de la ligne du chemin de fer, sans être précédé d'un bataillon de nègres frayant la route à la hache dans la forêt vierge, dans les fourrés de lianes impénétrables.

» Aujourd'hui le changement est complet. Une large percée va d'un océan à l'autre; les chantiers ont remplacé les arbres; on voit, sur toute la ligne du canal, les logements des travailleurs, une succession ininterrompue d'habitations, d'ateliers, d'usines, etc.

» L'état sanitaire de l'isthme, je suis heureux de l'avoir constaté, est satisfaisant. Nous avons fait de grandes dépenses pour assurer le bien-être du personnel et des ouvriers. Les règles d'hygiène sont bien observées : dans les divers hôpitaux que nous avons construits, dont un de 500 lits à Panama, il y a peu de malades. Aucun des membres de notre expédition, qui se composait de trente personnes, n'a eu la moindre indisposition, et cela malgré les fatigues répétées de nos excursions, sous un soleil de feu, dans un climat qui n'est pas le nôtre.

» Nous avons assisté à une chose fort intéressante : l'explosion d'une mine énorme, dans une montagne de roches dures de près de 30^m de hauteur, à Gamboa, point situé presque au milieu de l'isthme. Cette colline barrait le lit du canal; il fallait la faire disparaître.

» L'année dernière, à peu près au même endroit, une opération semblable avait désagrégé 20000^{mc} de matières. Cette fois, l'explosion a brisé la masse de 30000^{mc}. Je me tenais, avec mes compagnons, à une distance de 300^m à 400^m de la mine; à un signal, nous avons vu la montagne se soulever, se déchirer, la fumée jaillir comme d'un véritable cratère, en même temps que des fragments de roches variant de la grosseur d'un caillou à celle de blocs de 100^{mc} étaient lancés de tous côtés. Ce coup de mine fait honneur à nos ingénieurs. Pour éviter les effets trop brisants et la projection trop grande des débris qui auraient pu endommager les ouvrages voisins, on avait employé un mélange composé de deux parties de dynamite et de une de poudre.

» Je remets d'ailleurs à l'Académie un dessin représentant l'opération faite en notre présence, ainsi qu'une Note de notre ingénieur, M. Bunau-Varilla, sur les préparatifs de la mine et les résultats obtenus.

» Voici la Note technique de notre ingénieur :

Installation des grandes mines de la butte de Gamboa.

Le 2 mars 1886.

» La butte de Gamboa se trouve tout entière comprise entre les emprises du canal. Elle avait déjà été attaquée vers la fin de 1883 par une grande mine disposée de façon à faciliter l'ouverture d'une cunette (côté droit du canal) à la cote 20.

» L'entreprise ayant aujourd'hui enlevé les déblais de cette mine (se montant à 40000^m environ) au moyen de grues à vapeur chargeant sur wagons, elle vient d'installer une nouvelle série de galeries sur un fond d'attaque préparé à cet effet, afin de désagréger complètement la butte et d'obtenir de gros blocs pouvant être chargés par le même système.

» La crête de la butte étant à la cote 43, et le sol de l'entreprise à la cote 20, il y avait donc une hauteur d'attaque maximum de 23^m; la longueur du front d'attaque était de 55^m environ; trois galeries ont été ouvertes, normalement à ce front, à la cote 23, et espacées l'une de l'autre de 15^m environ. Ces galeries, de 1^{mq} de section, ont été conduites horizontalement jusqu'à 18^m de profondeur dans la montagne, et là on a fait un petit retour avec puits pour former la chambre.

» *Calcul de la charge.* — Dans le calcul de la charge il a fallu tenir compte de deux choses : 1° éviter une trop grande rupture du rocher qui rend la charge moins avantageuse à la grue; 2° éviter toute projection, afin de ne pas détruire les installations de voies voisines. Il fallait donc ne pas charger exclusivement à la dynamite, afin d'at-

ténuer la force brisante; il ne fallait pas non plus faire dominer la poudre, eu égard aux dangers que présentent ces projections au loin.

» La proportion adoptée a été en poids :

Dynamite	2
Poudre.	1

et la formule employée pour la charge $C = R^3 6.GK$, dans laquelle C est la charge, R le rayon de moindre résistance, G coefficient de dureté variant de 1^m à $2^m,50$ (le coefficient 2,00 a été adopté), K constante $= 0,18$.

» *Charge.* — La charge a été faite par assises de paquets de dynamite et les intervalles entre les assises remplis avec de la poudre en grains de $0^m,0025$ de diamètre.

» *Bourrage.* — L'espace vide restant au-dessus de la charge a été rempli avec des sacs de sable. On a exécuté ensuite le bourrage, consistant en une maçonnerie de ciment comblant la galerie sur 10^m de long à partir de la chambre.

» *Allumage.* — L'allumage était combiné de façon à faire sauter simultanément les trois fourneaux au moyen d'une conduite électrique; néanmoins, pour parer aux éventualités, on a installé trois mèches en gutta-percha dans chaque galerie.

» Tous ces conducteurs étaient enfermés dans un tuyau en fer de $0^m,025$ de diamètre, partant du centre de la charge et traversant le bourrage.

» Cette mine a parfaitement réussi et produit une dislocation ne portant pas sur moins de 30000^{mc}, dont la moitié a été rejetée en dehors par l'explosion par massifs considérables atteignant jusqu'à 100^{mc}. Ce résultat fait le plus grand honneur à l'expérience et à l'habileté de M. Galtier, conducteur des Ponts et Chaussées, représentant l'entreprise Bona à Panama.

» Les mesures de précaution prises pour assurer l'explosion à l'aide de mèches n'ont pas eu à être utilisées, et le résultat a été obtenu au premier signal.

Signé : BUNAU-VARILLA.

» M. Bunau-Varilla, qui a dirigé cette opération, est un jeune ingénieur très distingué, qui concourt actuellement à l'exécution du canal avec M. Boyer, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, notre nouveau directeur, auteur de travaux remarquables en France, et qui a toute notre confiance.

» Je suis heureux d'ajouter que sur toute la ligne, de Colon à Panama, les travaux marchent parfaitement, et qu'à l'aide des moyens d'exécution dont nous disposons l'achèvement du canal à la date fixée, en 1889, est assuré.

» M. G. de Molinari, Correspondant de l'Institut, rédacteur au *Journal des Débats*, qui nous accompagnait, et qui est un homme compétent, un esprit froid, un juge expérimenté, a calculé que les machines pour l'exécution du canal représenteraient, en total, la force de travail de 500 000 hommes : c'est le plus grand effort industriel qui ait jamais été fait.

Pour avoir une idée de cette puissance, il suffira de dire que, de nos jours, on pourrait construire la grande Pyramide d'Égypte avec 25 millions de francs, tandis que le pharaon Chéops, d'après Hérodote, a employé trente mille hommes pendant trente ans pour la construire.

» Sur plusieurs points du canal, nous avons des ateliers de montage et de réparation des machines, de façon à pouvoir maintenant tout faire sur les lieux.

» A Colon, nos ateliers sont installés sur un terre-plein construit par la Compagnie, au fond de la baie de Limon, en face de l'entrée du canal. Il s'est formé là une ville nouvelle, avec trois larges rues, où sont concentrés les logements de notre personnel, les ateliers, les magasins, etc.

» Nous y construisons un port, que les dragues approfondissent en ce moment, où les plus grands navires trouveront un abri sûr. L'utilité de ce travail a été démontrée au mois de novembre dernier, pendant un violent coup de vent du nord : les navires au mouillage dans notre port n'ont pas souffert, tandis que les autres ont subi de graves avaries.

» A Panama, également, nous avons de grands ateliers pour le montage et le lancement des dragues.

» J'ai vu fonctionner sur le canal ces énormes dragues et les excavateurs, venus d'Europe et d'Amérique. En résumé, tous nos services sont très bien organisés, le personnel est plein d'ardeur, tout nous assure la réalisation de notre œuvre à l'époque voulue. Je suis heureux d'avoir pu communiquer ces bons renseignements. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Secrétaire perpétuel, pour les Sciences physiques, en remplacement de feu M. *Jamin*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 51,

M. Vulpian	obtient. . . .	25	suffrages
M. Alph. Milne-Edwards	»	24	»
M. Berthelot	»	1	»
M. Cahours	»	1	»

Aucun candidat n'ayant réuni la majorité absolue des suffrages, il est procédé à un second tour de scrutin.

Au second tour de scrutin, le nombre des votants étant encore 51,

M. Vulpian obtient	. . . .	25 suffrages
M. Edwards »	. . . .	25 »
M. Cahours »	. . . .	1 »

Aucun candidat n'ayant encore réuni la majorité absolue des suffrages, il est procédé à un troisième tour de scrutin.

Au troisième tour de scrutin, le nombre des votants étant toujours 51,

M. Vulpian obtient	. . . .	26 suffrages
M. Edwards »	. . . .	24 »

Il y a un bulletin blanc.

M. **Vulpian**, ayant réuni la majorité des suffrages, est proclamé élu.
Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les Concours de l'année 1886.

Le dépouillement donne les résultats suivants :

Prix Delalande-Guérineau : MM. de Lesseps, Jurien de la Gravière, de Quatrefages, Blanchard et Fouqué réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. Grandidier et Bouquet de la Grye.

Prix Jean Reynaud : MM. Pasteur, Bertrand, de Quatrefages, Vulpian et Boussingault réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. Hermite et Fizeau.

Prix Jérôme Ponti : MM. Pasteur, Hermite, Bertrand, Phillips et Fremy réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. de Quatrefages et Fizeau.

Commission chargée de présenter une question de *prix Gay* (Géographie physique) pour l'année 1888 : MM. F. Perrier, Grandidier, d'Abbadie, Bouquet de la Grye et Jurien de la Gravière réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. Pâris et Faye.

Commission chargée de présenter une question de *grand prix des Sciences mathématiques* pour l'année 1888 : MM. Hermite, Bertrand, Jordan, Darboux et Bonnet réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. Halphen et Laguerre.

Commission chargée de présenter une question de *prix Bordin* (Sciences mathématiques) pour l'année 1888 : MM. Bertrand, Hermite, Darboux, Bonnet et Laguerre réunissent la majorité absolue des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. Jordan et Halphen.

MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur les variations de la toxicité urinaire pendant la veille et pendant le sommeil.* Note de M. **Ch. Bouchard.**

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

« Dans une précédente Note, j'ai établi les caractères et le degré de la toxicité des urines de l'homme sain. Cette toxicité varie suivant certaines circonstances physiologiques. J'étudierai aujourd'hui les différences qu'elle présente suivant l'état de veille et suivant l'état de sommeil.

» En temps égaux, l'homme élimine, pendant le sommeil, moins d'urine que pendant la veille, et les urines sont plus denses. On pourrait croire que ces urines plus concentrées doivent être plus toxiques : c'est le contraire qui est la règle. Non seulement, à volumes égaux, les urines du sommeil sont presque toujours moins toxiques que celles de la veille; mais *toujours* les urines du sommeil ont une toxicité totale moindre que les urines sécrétées pendant un égal temps de la période de veille. En huit heures de sommeil, l'homme élimine de deux à quatre fois moins de poison urinaire que pendant huit heures de veille.

» Il ne faudrait pas croire cependant que le sommeil amoindrit la production et l'élimination du poison urinaire. A la fin de la période de veille, à l'instant précis où l'homme s'endort, la toxicité urinaire est au *minimum*. A partir de ce moment, elle augmente incessamment et régulièrement pendant seize heures, d'abord pendant le sommeil, puis pendant la première moitié de la période de veille. Au moment du réveil, l'intensité de la sécrétion toxique est cinq fois plus considérable qu'au début du sommeil;

huit heures après le réveil, elle est neuf fois plus grande; elle est alors au *maximum*. A partir de ce moment, la décroissance commence; elle se fait deux fois plus vite que la croissance et, en huit heures, elle est revenue au *minimum*, au début d'une nouvelle période de sommeil. Les rapports des quantités de poison éliminées dans ces trois périodes d'égale durée (sommeil, veille matinale, veille vespérale) sont comme les nombres 3, 7, 5.

» On pourrait supposer que la moindre toxicité des urines du sommeil est due à ce que l'alimentation s'effectue exclusivement et se répète plusieurs fois pendant la veille. On expliquerait alors la toxicité plus grande des urines du jour, ou par la potasse d'origine alimentaire, ou par les alcaloïdes que Tanret a montrés toujours associés aux peptones et qui, d'après Brieger, résulteraient du fait de la peptonisation, ou par la résorption des matières toxiques de la bile, qui est surtout sécrétée pendant la digestion. Il y a une part de vérité dans cette hypothèse : j'ai voulu la vérifier directement. J'ai recueilli isolément les urines de la veille et les urines du sommeil de trois hommes bien portants : j'ai reconnu, en tenant compte de quantités sécrétées en des temps égaux, que les urines de la veille étaient quatre fois plus toxiques et contenaient deux fois plus de potasse que les urines du sommeil. Je suis arrivé ainsi à cette première conclusion que, si les variations se font dans le même sens, il n'y a pas de proportionnalité entre les variations de la toxicité et les variations de l'élimination de la potasse. Enfin, en tenant compte de la potasse contenue dans les quantités d'urine qui avaient produit la mort des animaux en expérience, j'ai constaté que cette potasse ne peut expliquer que le cinquième de la toxicité des urines du jour et le tiers de la toxicité des urines de la nuit. Pour cela, j'ai injecté dans les veines, au même degré de dilution où il se trouve dans les urines, le potassium à l'état de chlorure, de sulfate, de phosphate, d'urate. J'ai d'ailleurs vérifié expérimentalement que les autres sels minéraux ne sauraient être incriminés, la soude en raison de sa toxicité minime, la chaux en raison de sa faible toxicité et de sa très faible proportion, la magnésie en raison de sa très faible proportion.

» Pour dénier à l'alimentation une part prépondérante dans la différence de toxicité des urines de la veille et des urines du sommeil, je ferai remarquer que, si l'excès des poisons de la veille était fourni par les aliments, ou par la sécrétion des sucs digestifs, ou par l'acte même de la digestion, la toxicité devrait augmenter au lieu de diminuer pendant la seconde moitié de la journée, qu'elle devrait décroître au lieu d'augmenter pendant le sommeil, et que le minimum devrait être au réveil et non à l'instant où l'homme s'endort.

» Au point de vue de leur toxicité, les urines de la veille et les urines du sommeil ne présentent pas seulement des différences d'intensité : elles diffèrent aussi comme qualité. Les urines du sommeil sont toujours franchement convulsivantes, les urines de la veille sont très peu ou ne sont pas convulsivantes, mais elles sont narcotiques. C'est à tel point qu'on se demande s'il n'y aurait pas lieu de reprendre avec Preyer la théorie toxique du sommeil. Ce qui est certain, c'est que, pendant la veille, le corps fabrique une substance qui, accumulée, produirait le sommeil; et que, pendant le sommeil, il élabore, au lieu de cette substance narcotique, une substance convulsivante qui, accumulée, pourrait produire la secousse musculaire et provoquer le réveil. Quoique la potasse produise des convulsions énergiques, on ne peut lui attribuer la qualité convulsivante des urines du sommeil, puisque ces urines sont moins riches en potasse que les urines de la veille.

» Les poisons de la veille et les poisons du sommeil ne sont pas seulement différents comme intensité et comme qualité, ils sont antagonistes : l'un est le contre-poison de l'autre. Si l'on mélange les urines de la veille et les urines du sommeil proportionnellement à leurs masses respectives, la toxicité du mélange n'est pas une moyenne : elle peut être moindre que celle des urines qui était le moins toxique. Elle ne représente que les deux tiers de la somme des toxicités partielles. Pour déterminer le coefficient urotoxique d'un individu, on doit donc additionner la toxicité totale des urines de la veille et la toxicité totale des urines du sommeil, et ne pas opérer sur le mélange des urines de vingt-quatre heures. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. A. **Peragallo** prie l'Académie de renvoyer à l'un des concours de prix les deux Ouvrages d'Entomologie appliquée à l'Agriculture qu'il a publiés récemment.

(Renvoi au concours du prix de la Fons-Mélicocq.)

Un **Auteur anonyme** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire de Géométrie, écrit en allemand, avec la devise : « Pythagoras nach 3000 Jahren. »

(Renvoi à la Commission du prix Ponti.)

M. A. **Neveu** adresse une Note relative à un procédé pour combattre le Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. E.-A. **Brulé** adresse une Note relative à un nouveau système de machine à vapeur.

(Renvoi à l'examen de M. Resal.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Président** présente à l'Académie, au nom de M. *Albert Riondel*, un Mémoire imprimé sur « les collisions en mer ».

(Ce Mémoire sera soumis à l'examen d'une Commission composée de MM. l'amiral Pâris, Bouquet de la Grye, Janssen, Cornu, pour en faire, s'il y a lieu, l'objet d'un Rapport verbal.)

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie qu'une souscription est ouverte, à Louvain, pour offrir une médaille d'or à M. *P.-J. van Beneden*, à l'occasion de son cinquantenaire de professorat.

Une liste de souscription sera déposée au Secrétariat de l'Institut.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une brochure de M. *Eug. Risler*, intitulée « Physiologie de la culture du blé; principes à suivre pour en diminuer le prix de revient ». (Présenté par M. Peligot.)

ASTRONOMIE. — *Observations équatoriales des comètes Fabry et Barnard, faites à l'observatoire d'Alger au télescope de* $0^m,50$. Note de M. **Ch. Trépied**, communiquée par M. Mouchez.

Dates. 1886.	Étoiles de comparaison.	Grandeurs.	Ascension droite. Comète — ✶.	Ascension droite. Log. fact. parallaxe.	Déclinaison. Comète — ✶.	Déclinaison. Log. fact. parallaxe.
	Comète Fabry.					
Fév. 24...	*a* B.D, n° 4582 + 28°	9	+0m. 7s,50	$\bar{1}$,734	— 6′.20″,8	0,656
25...	*b* B.D, n° 4586 + 28	8,9	—0.55,97	$\bar{1}$,736	— 2.58,5	0,667
27...	*c* B.D, n° 4777 + 28	8	+2.18,94	$\bar{1}$,736	+ 1.31,1	0,696
Mars 1...	*d* B.D, n° 4934 + 29	9	—2.46,70	$\bar{1}$,737	+ 4.27,8	0,704
17...	*e* B.D, n° 4907 + 34	9	+0.41,25	$\bar{1},745_n$	+ 6.59,2	0,744
20...	*f* B.D, n° 5030 + 35	8,4	—4. 6,76	$\bar{1},766_n$	— 0.13,0	0,668
	Comète Barnard.					
Fév. 25...	*g* B.D, n° 324 + 19	8	—1.46,86	$\bar{1}$,637	+ 1. 4,7	0,570
27...	*h* B.D, n° 328 + 20	8	+0. 3,17	$\bar{1}$,654	— 7.53,0	0,580
Mars 13...	*i* B.D, n° 292 + 24	8	—0.37,51	$\bar{1}$,718	+ 6.32,1	0,653
17...	*j* B.D, n° 338 + 25	9,5	—3.28,26	$\bar{1}$,723	+12.10,8	0,655
19...	*k* B.D, n° 334 + 26	9,4	—0. 6,42	$\bar{1}$,726	+ 5.53,7	0,650
21...	*l* B.D, n° 317 + 27	9	—1.59,00	$\bar{1}$,730	— 4.24,7	0,669
22...	*m* B.D, n° 303 + 27	9	+2.39,32	$\bar{1}$,724	+ 1. 2,1	0,728
23...	*n* B.D, n° 311 + 27	7,8	+0.12,67	$\bar{1}$,733	— 7.48,5	0,672
24...	*o* B.D, n° 326 + 28	9	+0.56,54	$\bar{1}$,734	— 3.48,2	0,668

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1886.	Étoiles de comp.	Ascension droite moy. 1886,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1886,0.	Réduction au jour.	Autorités.
Fév. 24....	*a*	23h.20m.59s,54	—0,80	+28°.24.43,2	—0,7	W_2, n° 401, 23h
25....	*b*	23.21.57,09	—0,80	+28.36.25,3	—0,9	W_2, n° 423, 23h
27....	*c*	23.18.27,63	—0,81	+29. 2.48,6	—1,2	W_2, n° 345, 23h
Mars 1....	*d*	23.23.18,60	—0,80	+29.32.36,8	—1,5	W_2, n° 461, 23h
17....	*e*	23.17.20,98	—0,75	+34.17. 9,7	—4,0	W_2, n° 324, 23h
20....	*f*	23.21.39,83	—0,72	+35.20.18,3	—4,5	W_2, n° 419, 23h
Fév. 25....	*g*	1.59.57,80	—0,28	+20. 2.52,0	—4,4	W_2, n° 1396, 1h
27....	*h*	1.57.15,58	—0,32	+20.43.37,0	—4,3	W_2, n° 1325, 1h
Mars 13....	*i*	1.53.59,36	—0,47	+24.29.50,7	—4,6	W_2, n° 1242, 1h
17....	*j*	1.56. 6,77	—0,50	+25.39.14,6	—4,9	B.B., t. VI, n° 338 + 25°

Dates. 1886.	Étoiles de comp.	Ascension droite moy. 1886,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1886,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s		° ′ ″		
Mars 19....	*k*	1.52.26,83	−0,53	+26.24.11,1	−4,9	B.B., t. VI, n° 334 + 26°
21....	*l*	1.54. 1,30	−0,53	+27.13.53,7	−5,0	W_2, n^{os} $\frac{1239+1240+1241}{3}$, 1^h
22....	*m*	1.49.13,14	−0,56	+27.29.15,4	−5,1	W_2, n° 1099, 1^h
23....	*n*	1.51.31,19	−0,55	+27.57.46,5	−5,1	W_2, n° 1168, 1^h
24....	*o*	1.50.38,48	−0,56	+28.14.17,0	−5,1	W_2, n° 1136, 1^h

Positions apparentes des comètes.

Dates. 1886.	Temps moyen d'Alger.	Ascension droite apparente.	Déclinaison apparente.	Nombre de compar.
		Comète Fabry.		
	h m s	h m s	° ′ ″	
Févr. 24.........	6.52. 8	23.21. 6,24	+28.18.21,7	5: 5
25.........	6.55.54	23.21. 0,32	+28.33.25,9	7: 7
27.........	7.10.43	23.20.45,76	+29. 4.18,5	5: 5
Mars 1.........	7. 9.54	23.20.31,10	+29.37. 3,1	3: 3
17.........	16.29.32	23.18. 1,48	+34.24. 4,9	2: 2
20.........	17. 5.42	23.17.32,35	+35.20. 0,8	4: 4
		Comète Barnard.		
Févr. 25.........	7.29.38	1.58.10,66	+20. 3.52,3	8: 8
27.........	7.34.46	1.57.18,43	+20.35.39,7	5: 5
Mars 13.........	8. 1. 7	1.53.21,38	+24.36.18,2	15:10
17.........	7.51. 1	1.52.38,01	+25.51.20,5	3: 2
19.........	7.48.38	1.52.19,88	+26.29.59,9	4: 5
21.........	7.49.23	1.52. 1,77	+27. 9.24,0	5: 5
22.........	8.33.23	1.51.51,90	+27.30.12,4	5: 5
23.........	7.45.43	1.51.43,31	+27.49.52,9	5: 5
24.........	7.48.55	1.51.34,46	+28.10.23,7	5: 5

ASTRONOMIE. — *Sur les meilleures dispositions instrumentales pour la détermination des éléments de la réfraction au moyen de la méthode de M.* Lœwy. Note de M. **David Gill**, présentée par M. Mouchez.

« Les exigences progressives de l'Astronomie exacte ont longtemps et vainement demandé une méthode directe, simple et pratique pour déterminer les éléments de la réfraction.

» La méthode récemment proposée par M. Lœwy (*Comptes rendus*,

t. CII, p. 74) paraît enfin indiquer les moyens par lesquels une telle détermination peut être faite avec toute la précision désirable et l'auteur mérite les félicitations aussi bien que les remerciements des astronomes, pour la méthode puissante, élégante et simple qu'il a proposée. Après avoir examiné les détails pratiques nécessaires pour la plus parfaite réalisation de ces idées, je suis conduit à proposer quelques modifications de l'appareil de M. Lœwy qui promettent d'accroître la facilité du travail, aussi bien que la précision générale et l'utilité de la méthode.

» I. Au lieu d'un tube de lunette fixe avec rotation du prisme réflecteur en avant de l'objectif, laissons le prisme attaché rigidement au barillet ou monture de l'objectif et plaçons les fils mobiles du micromètre parallèlement d'une façon permanente à la ligne d'intersection des surfaces réfléchissantes du prisme et faisons tourner tout le tube autour de son axe propre en le plaçant dans une monture fixée à l'axe de déclinaison (à la façon du tube de l'héliomètre moderne). Un cercle de position serait aussi placé sur le tube et lu au moyen des verniers.

» Par ces dispositions, une liaison suffisamment rigide se trouverait établie entre le prisme et le micromètre, et la nécessité de calculer la direction de la ligne des mesures pour le micromètre serait entièrement évitée.

» Pour trouver deux étoiles antérieurement choisies, il serait seulement nécessaire de diriger la lunette sur le point milieu M du grand cercle reliant les deux étoiles et de placer le cercle de position sous l'angle que fait le grand cercle passant par les deux astres avec un cercle de déclinaison passant par le point M. Les deux étoiles seraient alors vues dans le champ et, par de petits mouvements du cercle de position et de légers déplacements en ascension droite et déclinaison, leurs images peuvent être amenées entre les deux fils fixes d'angle de position qui marquent la direction de la ligne des mesures ; les mesures peuvent alors être faites au moyen de fils mobiles avec la plus grande facilité.

» Les mesures résultantes (comme M. Lœwy l'a remarqué) sont indépendantes de tout petit mouvement possible du prisme par rapport à l'axe de la lunette et de toutes les erreurs instrumentales. La hauteur des étoiles peut être déduite avec toute la précision nécessaire en notant l'heure de chaque observation.

» Bien que ce procédé soit exact et simple, il est sujet à cette objection que les angles dépassant 10′ d'arc ne peuvent pas être mesurés avec une précision suffisante au moyen du micromètre, s'il est nécessaire que

les deux objets soient simultanément bissectés. Le choix des couples d'étoiles à observer est ainsi limité aux couples dont la distance égale deux fois l'angle du prisme $\pm$ ($10' \mp$ variation de réfraction).

» Cette objection serait évitée par l'usage de deux oculaires ou encore mieux en employant celui proposé par Alvan Clark et qui, au moyen d'une disposition convenable de prismes, permet de voir simultanément dans un grand instrument et par un seul oculaire les deux fils, quoiqu'ils soient éloignés d'un degré.

» Malheureusement cette dernière disposition n'a pas été décrite en détail par son auteur et l'on dit qu'il y a quelque difficulté pour l'installation, mais qu'une fois établie elle donne de très bons résultats.

» Il y a une autre objection à faire à la méthode en raison de ce que les étoiles ne sont pas vues par l'objectif entier et que, par suite, l'allongement des images qui en résulte se produit dans la direction de la ligne de mesure et non, comme dans l'héliomètre, perpendiculairement à cette direction; dans ce dernier cas, la précision des mesures n'est pas altérée. La symétrie des images peut cependant être suffisamment établie au moyen de diaphragmes limitant à des cercles inscrits les ouvertures de deux moitiés de l'objectif.

» 2. La recherche des éléments de la réfraction sur le plan précédent nécessite la construction d'un appareil spécial complet; mais il devient relativement facile d'adapter l'héliomètre moderne à ce projet. Il est seulement nécessaire de monter symétriquement le prisme en avant de l'objectif, de façon que la ligne d'intersection de ses plans de réflexion soit à angle droit par rapport à la ligne de section de l'objectif et à l'axe de l'héliomètre. Les observations peuvent alors être faites en amenant les images des deux étoiles en coïncidence près du centre du champ par des mouvements symétriques des segments de l'objectif, comme dans le procédé ordinaire de mesure avec un héliomètre.

» Cette méthode de mesure est la plus convenable et la plus précise de toutes celles actuellement connues; et l'avantage de mesures simultanées au même instant est d'une importance considérable quand une des étoiles a une faible hauteur variant rapidement. La méthode est pratiquement limitée à des angles plus petits que deux fois l'angle du prisme; mais la grande étendue de mesure permise par l'héliomètre rend cela de peu de conséquence.

» Le plus grand inconvénient qui se présente dans l'application de cette méthode est que, lorsque l'angle entre les étoiles est à peu près égal à

deux fois l'angle du prisme (c'est-à-dire quand les centres optiques des segments sont à peu près en coïncidence), un quart seulement de la surface entière de l'objectif est employée pour voir chaque étoile et, afin de donner de la symétrie aux images à toutes les distances, il serait probablement nécessaire de placer deux diaphragmes disposés ainsi sur les deux segments de l'objectif.

» Avec un héliomètre muni d'un objectif de 4 pouces d'ouverture ainsi diaphragmé, l'ouverture restant utilisable pour voir chaque étoile correspondrait à celle d'un objectif d'un peu plus de $1\frac{1}{2}$ pouce. Cette disposition permettrait cependant l'observation exacte d'étoiles jusqu'à la 6e grandeur et l'on trouverait de nombreux couples d'astres d'un tel éclat dans des distances comprises entre 88° et 90° (si nous supposons égal à 45° l'angle du prisme et 2° comme le plus grand angle que l'héliomètre ordinaire puisse mesurer). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions fuchsiennes et les formes quadratiques ternaires indéfinies.* Note de M. **H. Poincaré**, présentée par M. Hermite.

« Une forme quadratique ternaire indéfinie peut toujours s'écrire (en changeant au besoin tous les signes) de la façon suivante

$$F(x, y, z) = Y^2 - XZ,$$

où

$$X = ax + by + cz, \qquad Y = a'x + b'y + c'z, \qquad Z = a''x + b''y + c''z,$$

les a, les b et les c étant des nombres réels quelconques.

» Soient maintenant α, β, γ, δ quatre nombre réels tels que $\alpha\delta - \beta\gamma = 1$. Posons

$$\begin{aligned} X' &= \alpha^2 X + 2\alpha\gamma Y + \gamma^2 Z, \\ Y' &= \alpha\beta X + (\alpha\delta + \beta\gamma) Y + \gamma\delta Z, \\ Z' &= \beta^2 X + 2\beta\delta Y + \delta^2 Z, \end{aligned}$$

$$X' = ax' + by' + cz', \qquad Y' = a'x' + b'y' + c'z', \qquad Z' = a''x' + b''y' + c''z'.$$

» J'appelle S la substitution qui change x, y, z en x', y', z'. C'est une substitution linéaire et, comme on vérifie aisément l'identité

$$Y'^2 - X'Z' = Y^2 - XZ,$$

on voit que S n'altère pas la forme $F(x, y, z)$.

» Si les coefficients de S sont entiers, on dit que S est une substitution semblable de la forme F ; si ces coefficients, sans être entiers, sont rationnels, nous pourrons dire que S est une substitution semblable fractionnaire de F.

» Si les coefficients de F sont entiers, les substitutions semblables forment un groupe discontinu G. A la substitution S faisons correspondre la substitution $\left(z, \frac{\alpha z+\beta}{\gamma z+\delta}\right)$. Au groupe G correspondra ainsi un groupe g qui sera un groupe fuchsien.

» Nous sommes ainsi conduits à nous servir de ce que nous savons des groupes fuchsiens pour l'appliquer à l'étude du groupe G. Si nous envisageons, par exemple, les cycles formés par les sommets du polygone générateur, nous verrons d'abord que la somme des angles d'un cycle ne peut être égale qu'à 2π (s'il n'y en a qu'un), à π, à $\frac{2\pi}{3}$, à $\frac{\pi}{2}$, à $\frac{\pi}{3}$ ou à o.

» Il y aura un cycle où cette somme sera π, si F peut être transformé par une substitution de déterminant 1 ou 2 en une forme telle que

$$a''z^2 + ax^2 + 2b''xy + a'y^2.$$

» Il y en aura un où cette somme sera $\frac{\pi}{2}$ si F peut être transformé par une substitution de déterminant 1 ou 2 en une forme telle que

$$a''z^2 + ax^2 + ay^2.$$

» Il y en aura un où cette somme sera $\frac{\pi}{3}$ $\left(\text{ou bien } \frac{2\pi}{3}\right)$ si F peut être transformé par une substitution de déterminant 1 (ou bien 3) en une forme telle que

$$a''z^2 + 2b''(xy - x^2 - y^2).$$

» Il y en aura un où cette somme sera o si F peut représenter o, c'est-à-dire si F satisfait aux conditions du § 299 des *Disq. arithm.* Dans ce cas, le groupe fuchsien sera de la deuxième ou de la sixième famille. Dans tous les autres cas, il sera de la première.

» Il est un autre point sur lequel je désirerais attirer l'attention. On peut se demander s'il existe pour une fonction fuchsienne $f(z)$ un théorème analogue à ce qu'est le théorème d'addition pour les fonctions elliptiques, c'est-à-dire si l'on peut trouver une relation algébrique entre $f(z)$ et $f(z.T)$, T désignant une substitution linéaire n'appartenant pas au

groupe g de la fonction $f(z)$. Pour cela, il faut et il suffit que les substitutions communes aux deux groupes fuchsiens g et $T^{-1}gT$ forment encore un groupe fuchsien.

» Il ne semble pas qu'il en soit ainsi en général; on sait pourtant que cela a lieu pour la fonction modulaire; car si $f(z)$ désigne cette fonction, et n un entier quelconque, il y a une relation algébrique entre $f(z)$ et $f\left(\frac{z}{n}\right)$.

» La même propriété appartient aux fonctions fuchsiennes $f(z)$ engendrées par un groupe g, lorsque ce groupe g correspond, comme il a été dit plus haut, au groupe G des substitutions semblables d'une forme F.

» Considérons maintenant le groupe des substitutions semblables *fractionnaires* de la forme F; ce groupe ne sera plus discontinu. Soit alors Σ une quelconque de ces substitutions semblables fractionnaires, et soit σ la substitution de la forme $\left(z, \frac{\alpha z+\beta}{\gamma z+\delta}\right)$ qui correspond à Σ de la même manière que g correspond à G. Il y aura une relation algébrique entre $f(z)$ et $f(z.\sigma)$.

» Pour obtenir ce résultat, il faut s'appuyer sur le principe suivant :

» Soit Γ le groupe des substitutions linéaires à coefficients entiers et de déterminant 1.

» Soit Γ' un sous-groupe d'indice fini contenu dans Γ. On peut convenir de ne considérer deux formes comme équivalentes que si l'on peut passer de l'une à l'autre par une substitution de Γ'. On peut faire ensuite, à ce nouveau point de vue, la théorie de la réduction des formes quadratiques, elle ne différera pas de la théorie ordinaire. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur une extension du théorème de Pascal aux surfaces du troisième ordre*. Note de M. **A. Petot**, présentée par M. Darboux.

« M. Cremona a démontré que le point de rencontre de trois plans homologues, appartenant à trois faisceaux duplo-projectifs, engendre une surface du troisième ordre. Nous sommes parvenu à faire correspondre, à un point M qui engendre une surface du troisième ordre S_3, une droite ω qui se déplace sur un complexe du premier ordre; de là résulte, pour la surface S_3 donnée par trois droites non concourantes A, B, C, et sept points D, E, 1, 2, ..., 5, un mode linéaire de description par points.

» Prenons les plans AD, BD, CD pour les faces $x = 0$, $y = 0$, $z = 0$ du

tétraèdre de référence; désignons par $A_0 = 0$, $B_0 = 0$, $C_0 = 0$ les équations des plans AE, BE, CE; et faisons correspondre, au point de rencontre M des trois plans,

$$x + \lambda A_0 = 0, \qquad y + \mu B_0 = 0, \qquad z + \nu C_0 = 0,$$

la droite ω qui joint les deux points T et T_1, donnés en coordonnées tangentielles par les équations

$$(1) \qquad l\lambda P + m\mu Q + n\nu R + S = 0,$$
$$(2) \qquad l_1\lambda P + m_1\mu Q + n_1\nu R + S = 0.$$

» Désignons de plus par P, Q, R, S les points donnés par les équations $P = 0$, $Q = 0$, $R = 0$, $S = 0$, par θ le tétraèdre qui a ces points pour sommets, et par p, q, r, s les faces de ce tétraèdre, respectivement opposées aux sommets P, Q, R, S.

» Quels que soient λ, μ, ν, la droite ω est coupée par les plans p, q, r, s, suivant un rapport anharmonique égal à la constante $\frac{(m-m_1)(ln_1-l_1n)}{(l-l_1)(mn_1-m_1n)}$; par suite, quel que soit M, ω appartient à un complexe tétraédral Σ_2, admettant θ pour tétraèdre principal. Si maintenant on impose à ω d'appartenir au complexe du premier ordre Σ_1, déterminé par les cinq droites $\omega_1, \omega_2, \ldots, \omega_5$, M engendre la surface S_3 considérée. D'ailleurs les six droites $\omega_1, \ldots, \omega_5, \omega$ doivent être situées sur la congruence du second ordre (Σ_2, Σ_1); mais, comme elles sont par construction sur Σ_2, il suffit de leur imposer d'appartenir à Σ_1; donc, *pour que les trois droites* A, B, C *et les huit points* D, E, 1, ..., 5, M *appartiennent à une même surface du troisième ordre, il faut et il suffit que les six droites* $\omega_1, \omega_2 \ldots, \omega_5$, ω *appartiennent à un même complexe du premier ordre.*

» D'autre part, quand le point M décrit une droite quelconque, qui s'appuie sur deux des trois droites A, B, C, ω engendre un faisceau du premier ordre. Dès lors, pour que le mode de correspondance considéré fournisse une détermination du huitième point M de S_3, il suffit de trouver de ce mode de correspondance, jusqu'ici analytique, une définition géométrique permettant d'obtenir ω, connaissant M, et inversement de revenir de ω à M. Nous avons ainsi obtenu plusieurs théorèmes, parmi lesquels nous indiquerons seulement le suivant, qui se prête le mieux aux applications.

» Théorème. — *Propriété de trois droites non concourantes* A, B, C *et de*

huit points D, E, 1, 2, ..., 5, 6, *appartenant à une même surface du troisième ordre.*

» Si, prenant arbitrairement deux points P et Q sur les intersections du plan CE avec les plans AE, BE, puis menant par le point D deux droites quelconques α et β, on fait correspondre à tout point M de l'espace la droite ω, intersection des deux plans menés respectivement par les points fixes P et Q, par les traces des droites fixes DQ, DP sur les plans BM, AM, et par celles des droites fixes α et β sur le plan CM, *les six droites correspondantes aux derniers points de la surface appartiennent à un même complexe du premier ordre.*

» Nous croyons pouvoir donner le théorème précédent comme une généralisation de celui de Pascal. Effectivement, au point de vue théorique, les conclusions : trois points en ligne droite, six droites sur un complexe du premier ordre, sont comparables; au point de vue pratique, nous allons montrer que le théorème obtenu a, pour les surfaces du troisième ordre, les mêmes conséquences que celui de Pascal pour les coniques.

» *Applications.* — Construction de la surface du troisième ordre S_3, donnée par trois droites non concourantes A, B, C et par sept points D, E, 1, ..., 5.

» Problème I. — *Trouver sur* S_3 *la dernière trace d'une droite quelconque* L, *qui s'appuie sur deux des droites données* A *et* C.

» On est ramené à trouver sur un complexe du premier ordre Σ_1, donné par cinq droites ω_1, ..., ω_5, la droite ω qui se trouve dans un plan V et passe par un point ξ. D'ailleurs les cinq droites ω_1, ..., ω_5 s'obtiennent une fois pour toutes; chacune d'elles est l'intersection de deux plans connus. Pour le plan V, il est déterminé par les trois points Q, (DP — AL), (β — CL). Enfin le point ξ est celui où le plan V est rencontré par la droite qui joint le point fixe P au point (α — CL).

» Problème II. — *Trouver sur* S_3 *la dernière trace d'une cubique quelconque* φ_3, *admettant* A, B, C *pour cordes, passant par* D *et* E, *et déterminée par un point* M_7.

» Quand M décrit φ_3, ω engendre un faisceau du premier ordre F, ayant pour pôle le point (CE — ω_7) et pour plan celui qui est déterminé par D et ω_7. On est ainsi ramené à trouver la droite (F, Σ_1). D'ailleurs ici le sommet S de θ se confond avec D et la face *s* avec le plan CE; de plus, le sommet R est le point de rencontre des trois plans fixes CE, Pα, Qβ.

» Problème III. — *Déterminer la conique intersection de* S_3 *avec un plan* U, *mené arbitrairement par l'une des droites données* C.

» Quand M décrit U, ω engendre une congruence du premier ordre G ayant pour directrices les droites qui joignent respectivement les points fixes P et Q aux points (α, U), (β, U). Aux points de la conique cherchée (S_3, U) correspondent les génératrices de l'hyperboloïde connu (G, Σ_1).

» PROBLÈME IV. — *Plan tangent à* S_3 *en l'un des points donnés* D.

» Ce plan est déterminé par les tangentes en D aux deux coniques

$$(S_3 - AD), \quad (S_3 - BE).$$

» PROBLÈME V. — *Déterminer la quartique gauche unicursale intersection de* S_3 *avec un hyperboloïde quelconque* H *passant par deux des droites et deux des points donnés* A, B, D, E, *et déterminé par un point* M_7.

» Quand M engendre H, ω engendre une congruence du premier ordre G' ayant pour directrices les droites qui joignent respectivement les points fixes R et D aux traces de ω_7 sur les faces d et r de θ. Aux points de la quartique cherchée (S_3, H) correspondent les génératrices de l'hyperboloïde connu (G', Σ_1).

» PROBLÈME VI. — *Déterminer sur* S_3 *les deux dernières traces d'une cubique gauche quelconque* ψ_3, *admettant pour cordes* A, B, C, *passant par* E, *et déterminée par deux points* M_7, M_8.

» Quand M décrit ψ_3, ω engendre un hyperboloïde h inscrit dans θ et passant par ω_7 et ω_8. On est ramené à trouver les deux droites $(h - \Sigma_1)$. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la détermination du genre d'une fonction holomorphe dans quelques cas particuliers.* Note de M. DE SPARRE, présentée par M. Hermite.

« On sait que, si

$$\alpha_1, \quad \alpha_2, \quad \ldots, \quad \alpha_n, \quad \ldots$$

sont les modules des zéros d'une fonction holomorphe, rangés par ordre de grandeur croissante (¹), cette fonction sera, d'après la définition de M. Laguerre, de genre ω si, en élevant les termes de la série

$$\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} + \ldots + \frac{1}{\alpha_n} + \ldots \tag{1}$$

à la puissance $\omega + 1$, cette série devient convergente.

(¹) Nous supposons, pour plus de simplicité, les modules tous différents.

» Je dis d'abord qu'il en sera ainsi si l'on a

$$\lim \alpha_n^{\omega-1}(\alpha_{n+1} - \alpha_n) = \lambda,$$

λ étant un nombre fini quelconque différent de zéro.

» Si, en effet, cette condition est remplie, on aura constamment, à partir du terme de rang p,

$$\alpha_p^{\omega-1}(\alpha_{p+1} - \alpha_p) > \mathrm{A} \qquad \text{ou} \qquad \alpha_{p+1} > \alpha_p + \frac{\mathrm{A}}{\alpha_p^{\omega-1}},$$

A étant un nombre fini différent de zéro.

» En élevant les deux termes de la dernière inégalité à la puissance ω, on en déduit successivement

$$\begin{aligned}
&\alpha_{p+1}^{\omega} > \alpha_p^{\omega} \quad + \omega \mathrm{A},\\
&\alpha_{p+2}^{\omega} > \alpha_{p+1}^{\omega} + \omega \mathrm{A} > \alpha_p^{\omega} + 2\omega \mathrm{A},\\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,\\
&\alpha_{p+n}^{\omega} > \alpha_p^{\omega} \quad + n\omega \mathrm{A}.
\end{aligned}$$

» Donc, en négligeant les p premiers termes de la série (1), si l'on élève les suivants à la puissance ω, la série ainsi obtenue aura ses termes respectivement moindres que ceux de la série

$$\frac{1}{\omega \mathrm{A}}\left(\frac{1}{1} + \frac{1}{2} + \ldots + \frac{1}{n} + \ldots\right);$$

par suite, si l'on élève les termes à la puissance $\omega + 1$, ce que l'on peut faire en les élevant d'abord à la puissance ω, puis le résultat à la puissance $\frac{\omega+1}{\omega}$, la série ainsi obtenue aura ses termes moindres que ceux de la série convergente

$$\left(\frac{1}{\omega \mathrm{A}}\right)^{\frac{\omega+1}{\omega}}\left(\frac{1}{1^{\left(1+\frac{1}{\omega}\right)}} + \frac{1}{2^{\left(1+\frac{1}{\omega}\right)}} + \ldots + \frac{1}{n^{\left(1+\frac{1}{\omega}\right)}} + \ldots\right),$$

ce qui démontre la proposition.

On en conclut de suite que, si $\alpha_{n+1} - \alpha_n$ a une limite finie, la fonction est du premier genre : c'est le cas de $\sin x$, où cette différence est constante.

» Posons maintenant :

$$\alpha_{n+1} - \alpha_n = \varepsilon_n, \qquad \ldots, \qquad \alpha_{n+p} + \alpha_n = 2\alpha'_n,$$
$$\alpha_{n+p} - \alpha_n = \varepsilon_n + \varepsilon_{n+1} + \ldots + \varepsilon_{n+p-1} = 2\delta_n,$$

et supposons p pris de telle sorte que δ_n ne tende pas vers zéro, mais puisse

croître au delà de toute limite avec n, de manière cependant que pour n infini

$$\lim \frac{\delta_n}{\alpha'_n} = 0.$$

Considérons maintenant l'expression

$$\frac{\alpha_n^{\omega-1}\varepsilon_n + \alpha_{n+1}^{\omega-1}\varepsilon_{n+1} + \ldots + \alpha_{n+p-1}^{\omega-1}\varepsilon_{n+p-1}}{p};$$

elle a évidemment pour limite λ lorsque n croît indéfiniment, et cela quel que soit p.

» Soit encore

$$\alpha_n^{\omega-1}\varepsilon_n + \alpha_{n+1}^{\omega-1}\varepsilon_{n+1} + \ldots + \alpha_{n+p-1}^{\omega-1}\varepsilon_{n+p-1} = 2\delta_n \alpha_n'^{\omega-1}(1+\eta),$$

η sera plus petit en valeur absolue que

$$\frac{\alpha_{n+p}^{\omega-1} - \alpha_n^{\omega-1}}{\alpha_n'^{\omega-1}} = \frac{(\alpha'_n + \delta_n)^{\omega-1} - (\alpha'_n - \delta_n)^{\omega-1}}{\alpha_n'^{\omega-1}}$$
$$= \frac{2\delta_n}{\alpha'_n}(\omega - 1)\left[1 + \frac{(\omega-2)(\omega-3)}{1.2.3}\frac{\delta^2}{\alpha_n'^2} + \ldots\right];$$

η tend donc vers zéro lorsque n croît indéfiniment, et l'on a, dans les hypothèses où l'on s'est placé,

$$\lim \frac{2\alpha_n'^{\omega-1}\delta_n}{p} = \lambda.$$

» Considérons maintenant deux cercles de rayon α_n et α_{n+p}, l'aire σ_n comprise entre les circonférences de ces deux cercles sera égale à

$$4\pi\alpha'_n\delta_n.$$

» On voit donc que, si

$$\frac{\alpha_n'^{\omega-2}\sigma_n}{p},$$

où p est le nombre des zéros compris entre les deux cercles, a une limite finie, la fonction est du genre ω.

» Supposons maintenant qu'en joignant les zéros voisins de la fonction, on puisse former un réseau de triangles qui couvre tout le plan, et que, pour n suffisamment grand, ceux de ces triangles compris entre les cercles de rayons α_n et α_{n+p} puissent être regardés comme ayant tous des surfaces égales, $\mu\frac{\sigma_n}{p}$ sera alors la surface S_n de l'un de ces triangles, μ étant un facteur fini différent de zéro, et l'on a le théorème que nous avions en vue, à

savoir que, *si pour n infini* $\alpha_n^{\omega-2} S_n$, *où* S_n *est l'aire du triangle formé par trois zéros voisins, et* α_n *le module de l'un de ces zéros, a une limite finie différente de zéro, la fonction considérée est du genre* ω.

» Si, en particulier, S_n tend vers une limite finie, la fonction est du second genre : c'est le cas des fonctions holomorphes doublement périodiques de troisième espèce, puisque pour elles S_n est constant.

» *Remarque.* — Le théorème s'appliquerait encore si le rapport des aires de deux triangles quelconques, compris entre les cercles de rayon α_n et α_{n+p}, tendait vers une limite finie quelconque différente de zéro. On aurait seulement, au lieu de $\mu \frac{\sigma_n}{p} = S_n$,

$$\mu \frac{\sigma_n}{p} = \gamma S_p,$$

γ étant un nombre fini différent de zéro, et la démonstration subsisterait. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *La surface du sixième ordre avec six droites.* Note de M. **Giovanni Bordiga**, présentée par M. Jordan.

« L'espace fondamental sera l'espace R_6 à six dimensions.

» On sait qu'un espace Σ_p à p dimensions ($p < 6$) est déterminé par $p + 1$ points.

» On sait aussi que :

» Un espace à cinq dimensions Σ_5 et une droite Σ_1
» Deux espaces à trois dimensions
» Trois espaces à quatre dimensions
} se coupent en un point.

» Tous les espaces à quatre dimensions Σ_4, qui contiennent un espace S_3, forment une double infinité que nous appellerons *forme de deuxième degré* S_3. Elle est coupée, en général, par un plan quelconque dans une double infinité de points.

» Soient maintenant trois formes de deuxième degré $S_3^{(1)}, S_3^{(2)}, S_3^{(3)}$, rapportées collinéairement les unes aux autres sans qu'elles soient perspectives. Trois espaces correspondant à quatre dimensions quelconques se coupent en général en un point et, dans quelques cas exceptionnels, suivant une même droite. Les points d'intersection des espaces correspondants forment une double infinité, c'est-à-dire une surface F_2^6 à deux dimensions de l'espace fondamental.

» *La surface* F_2^6 *est du sixième ordre*, c'est-à-dire qu'un espace à cinq dimensions la coupe en général suivant une courbe du sixième ordre C^6, et un espace à quatre dimensions suivant six points.

» En effet, les deux formes $S_3^{(2)}$, $S_3^{(3)}$ coupent la troisième suivant deux gerbes collinéaires de rayons qui engendrent une courbe gauche du troisième ordre D^3; les points de D^3 sont situés sur F_2^6. D'autre part, si l'on considère un espace $\Sigma_5^{(1)}$ de la forme $S_3^{(1)}$, il contiendra une simple infinité (faisceau de premier ordre) d'espaces à quatre dimensions. Les faisceaux correspondants seront contenus dans $\Sigma_5^{(2)}$, $\Sigma_5^{(3)}$; les trois espaces $\Sigma_5^{(1)}$, $\Sigma_5^{(2)}$, $\Sigma_5^{(3)}$ se coupent en un espace Σ_3; on aura donc dans Σ_3 trois faisceaux de premier ordre de plans, qui engendrent une autre courbe gauche C^3 du troisième ordre dont les points sont situés sur F_2^6. Ainsi, on reconnaît que tous les espaces Σ_5 qui contiennent un espace S_3 coupent F_2^6 suivant deux courbes C^3 et D^3, c'est-à-dire que la surface F_2^6 est du sixième ordre, comme on voulait le démontrer.

» *Tous les points de* F_2^6 *ont les mêmes propriétés. Elle peut être rapportée à un système plan* Σ_2, *de telle manière qu'à chaque point de* F_2^6 *corresponde un et un seul point de* Σ_2, *et* vice versa.

» Il suffit que Σ_2 soit rapporté collinéairement aux trois formes $S_3^{(1)}$, $S_3^{(2)}$, $S_3^{(3)}$. A tout point de Σ_2 correspondent alors trois espaces homologues à quatre dimensions des formes et en même temps leur point d'intersection situé sur F_2^6. Réciproquement, chaque point M_0 de F_2^6 sera représenté sur Σ_2 par le point correspondant aux espaces des trois formes qui se coupent en M_0. *A chaque droite de* Σ_2 *correspond une courbe* C^3 *engendrée par les espaces homologues* Σ_5 *correspondant à la droite.*

» *A chaque courbe* C_6 *déterminée sur* F_2^6 *par un espace quelconque à cinq dimensions correspond sur* Σ_2 *une courbe pleine de troisième ordre.*

» En effet, un espace à cinq dimensions ne pouvant rencontrer chaque courbe C^3 en plus de trois points (un espace Σ_5 coupe un espace Σ_3, qui contient C_3, suivant un plan), on aura sur le plan Σ_2 une courbe, correspondant à C^6, qui ne pourra rencontrer chaque droite en plus de trois points.

» Comme six points déterminent un espace à cinq dimensions, et cinq un espace à quatre, on vérifiera facilement que dans Σ_2 il y a trois points principaux $A^{(1)}$, $A^{(2)}$, $A^{(3)}$, par lesquels doivent passer toutes les courbes de troisième ordre γ^6 correspondant à C^6 de F_2^6, c'est-à-dire :

» *Il y a dans* Σ_2 *trois points principaux qui ont pour éléments correspondants sur la surface* F_2^6 *trois droites suivant lesquelles se coupent trois espaces homologues à quatre dimensions des formes* $S_3^{(1)}$, $S_3^{(2)}$, $S_3^{(3)}$.

» Les propriétés qui suivent sont évidentes.

» *A chaque droite de* Σ_2 *qui passe par un des points principaux correspond une conique de la surface* F_2^6. *La surface* F_2^6 *contient trois systèmes de* ∞^1 *coniques qui rencontrent en un point un seul rayon principal de la surface. A chaque droite* AA *correspond une droite de la surface appuyée à deux rayons principaux.*

» Il s'ensuit que :

» *La surface* F_2^6 *contient six droites toutes situées dans l'espace à cinq dimensions déterminé par les rayons principaux.* Le système des six droites est un cas singulier de C^6, et il est représenté par le trilatère $A^{(1)}A^{(2)}A^{(3)}$.

» *A chaque conique qui contient un seul point* A *correspond une courbe* C^5 *de la surface; à chaque conique qui contient deux points principaux correspond une courbe* C^4 ; *à chaque conique qui contient tous les points principaux correspond une courbe* D^3.

» Maintenant, si par un plan quelconque P_2 de R_6 on projette la surface F_2^6 sur un espace R_3 contenu dans R_6, on obtient une nouvelle surface du sixième ordre φ_2^6. En effet, chaque droite α de R_3 détermine avec P_2 un espace à quatre dimensions Σ_4 qui contient six points de F_2^6; les espaces à trois dimensions déterminés par chacun de ces points et P_2 coupent la droite α dans les six points de φ_2^6.

» Il s'ensuit que :

» *Il y a dans l'espace à trois dimensions des surfaces* φ^6 *du sixième ordre avec six droites qui forment ensemble un hexagramme gauche.*

» Si le plan P_2 a un, deux ou trois points sur F_2^6 ; ou bien s'il contient un des rayons principaux de la surface, ou bien encore s'il contient une conique de F_2^6, la projection φ^6 donnera lieu à bien des cas particuliers.

» L'étude de F_2^6 ramène donc à l'étude des surfaces des quatrième, cinquième et sixième ordres de l'espèce ordinaire et à la représentation de celles-ci sur un plan.

» Faute d'espace, nous ne pouvons pas nous engager dans cette étude. Nous énoncerons seulement comme conclusion de notre travail que :

» *La surface* F_2^6 *est un cas particulier de la surface* $F_2^{\frac{m(m+1)}{2}}$ *à deux dimensions et de l'ordre* $\frac{m(m+1)}{2}$, *située dans l'espace fondamental* R_{2m}. *Cette surface contient* $\frac{m(m-1)}{2}$ *rayons principaux.* »

MÉCANIQUE. — *Sur le pieu à vis*. Note de M. **Léauté**, présentée par M. Resal.

« L'importance qu'a prise, depuis un certain nombre d'années, l'emploi des pieux à vis conique, pour l'établissement des fondations en terrain meuble, a conduit M. Resal à étudier le mode d'action de cet appareil. Dans un travail récent ([1]), il en a établi la théorie complète, qui n'avait pas été faite jusqu'ici.

» M. Resal a d'abord donné les formules qui résolvent la question dans le cas tout à fait général où l'on prend pour filet de la vis un conoïde droit quelconque, c'est-à-dire dans le cas où, la directrice rectiligne étant l'axe de la vis, la directrice curviligne est une courbe quelconque tracée sur le cône. Puis il a étudié spécialement les cas où cette directrice est une ligne géodésique ou une loxodromie du cône droit sur lequel elle est tracée. C'est à ces deux cas, en effet, que l'on est conduit par l'analogie avec l'hélice; c'est au dernier que correspond la forme moyenne adoptée par la maison Gouin, en 1865, pour les pieux destinés à l'Hindoustan.

» Il nous paraît utile de signaler un troisième cas, qui présentera ce double intérêt pratique, de diminuer les frottements opposés à l'enfoncement du pieu, et de conserver au terrain plus de cohésion. Ce double avantage résultera des considérations qui suivent :

» Si l'on considère une ligne géodésique ou une loxodromie du cône droit qui termine le pieu, on reconnaît aisément que les distances successives des points qui se trouvent sur une même génératrice ne sont pas constantes; il est facile de voir, en effet, que dans le développement du cône ces lignes deviennent respectivement des lignes droites et des spirales logarithmiques et que les points situés sur une même génératrice se placent sur des rayons vecteurs séparés les uns des autres par des angles égaux, de sorte que les différences de ces rayons vecteurs successifs vont en croissant quand on s'écarte du sommet.

» Il en est de même des distances des génératrices du conoïde qui forme la vis quand on considère deux de ces génératrices placées dans un même plan passant par l'axe et consécutives.

» Par suite, la vis tracée dans ces conditions a forcément un pas variable

([1]) Resal, *Sur la vrille et le pieu à vis* (*Comptes rendus*, séance du 1er février 1886).

et, lorsqu'elle s'introduit dans le terrain, chaque spire ne peut prendre la place de la précédente en se bornant à approfondir l'entaille déjà faite.

» La pénétration dans le sol produit donc une certaine désagrégation du terrain sur le parcours de la vis.

» Or, indépendamment de la résistance plus grande qui en résulte pour l'enfoncement, résistance qui pourrait même rendre cet enfoncement impossible si le nombre des filets était un peu grand, cette désagrégation aura pour effet de diminuer la solidité des fondations.

» Il est, par suite, utile, au point de vue pratique, que la vis soit formée d'un conoïde droit à pas constant, c'est-à-dire d'une surface hélicoïdale.

» Dès lors la directrice curviligne sur le cône qui termine le pieu ne peut plus être une ligne géodésique ou une loxodromie, mais bien la courbe d'intersection du cône avec une surface de vis à filet carré.

» Nous supposerons donc que le conoïde droit qui constitue la vis affecte la forme de cette dernière surface, et nous allons rechercher les formules auxquelles conduit cette hypothèse.

» Le calcul ne présente d'ailleurs aucune difficulté et il suffit d'appliquer les formules générales de M. Resal en prenant pour équation du conoïde

$$z = a\theta$$

au lieu de

$$z = Ae^{\lambda\theta}.$$

» Si l'on désigne alors par z', z'', θ', θ'' les valeurs de z et de θ qui limitent la vis et par $2\gamma_0$, $2\gamma_1$ les angles des sections méridiennes des deux cônes qui limitent le filet, on a [1]

$$\int_{r_0}^{r_1} d\omega\cos(\mathrm{N}, z) = \frac{1}{2}(r_1^2 - r_0^2)\,d\theta = \frac{z^2}{2}(\operatorname{tang}^2\gamma_1 - \operatorname{tang}^2\gamma_0)\,d\theta,$$

$$\int_{r_0}^{r_1} d\omega\cos(\mathrm{T}, z) = (r_1 - r_0)\,dz = z(\operatorname{tang}\gamma_1 - \operatorname{tang}\gamma_0)\,dz,$$

$$\int_{r_0}^{r_1} r\,d\omega\cos(\mathrm{N}, -\tau) = \frac{1}{2}(r_1^2 - r_0^2)\,dz = \frac{z^2}{2}(\operatorname{tang}^2\gamma_1 - \operatorname{tang}^2\gamma_0)\,dz,$$

$$-\int_{r_0}^{r_1} r\,d\omega\cos(\mathrm{T}, \tau) = -\frac{1}{3}(r_1^3 - r_0^3)\,d\theta = -\frac{z^3}{3}(\operatorname{tang}^3\gamma_1 - \operatorname{tang}^3\gamma_0)\,d\theta.$$

(1) Dans les calculs qui suivent, nous avons conservé les notations du travail de M. Resal.

» Les formules (3) de M. Resal deviennent ainsi, en remarquant que, dans le cas actuel,

$$d\theta = \frac{dz}{a},$$

$$\int_{\theta'}^{\theta''}\int_{z'}^{z''} d\omega \cos(\mathrm{N}, z) = \frac{1}{6a}(\mathrm{tang}^2\gamma_1 - \mathrm{tang}^2\gamma_0)(z''^3 - z'^3),$$

$$\int_{\theta'}^{\theta''}\int_{z'}^{z''} d\omega \cos(\mathrm{T}, z) = \frac{1}{2}(\mathrm{tang}\gamma_1 - \mathrm{tang}\gamma_0)(z''^2 - z'^2),$$

$$\int_{\theta'}^{\theta''}\int_{z'}^{z''} r\,d\omega \cos(\mathrm{N}, -\tau_1) = \frac{1}{6}(\mathrm{tang}^2\gamma_1 - \mathrm{tang}^2\gamma_0)(z''^3 - z'^3),$$

$$-\int_{\theta'}^{\theta''}\int_{z'}^{z''} r\,d\omega \cos(\mathrm{T}, \tau_1) = -\frac{1}{12a}(\mathrm{tang}^3\gamma_1 - \mathrm{tang}^3\gamma_0)(z''^4 - z'^4).$$

» On en conclut que le rapport $\frac{\mathfrak{M}}{\mathrm{Q}}$ entre le moment $\mathfrak{M}$ du couple qui doit s'opposer strictement au glissement et l'effort longitudinal Q exercé suivant l'axe du pieu a pour expression

$$\frac{\mathfrak{M}}{\mathrm{Q}} = \frac{\frac{1}{3}(\mathrm{tang}^2\gamma_1 - \mathrm{tang}^2\gamma_0)(z''^3 - z'^3) - \frac{1}{6a}f(\mathrm{tang}^3\gamma_1 - \mathrm{tang}^3\gamma_0)(z''^4 - z'^4)}{\frac{1}{3a}(\mathrm{tang}^2\gamma_1 - \mathrm{tang}^2\gamma_0)(z''^3 - z'^3) + f(\mathrm{tang}\gamma_1 - \mathrm{tang}\gamma_0)(z''^2 - z'^2)}.$$

» Dès lors la condition, pour que le pieu ne puisse s'enfoncer sans qu'on exerce sur lui un effort rotatif, est

$$f > \frac{2a(z''^2 + z'z'' + z'^2)}{z''^3 + z''^2 z' + z'' z'^2 + z'^3}\,\frac{\mathrm{tang}\gamma_1 + \mathrm{tang}\gamma_0}{\mathrm{tang}^2\gamma_1 + \mathrm{tang}\gamma_1\,\mathrm{tang}\gamma_0 + \mathrm{tang}^2\gamma_0},$$

après suppression d'un facteur commun.

» Comme la valeur de f est donnée par la nature du terrain, cette formule permet de s'assurer si les dimensions de la vis sont telles que le pieu, une fois mis en place, ne pourra s'enfoncer sous la charge qu'il supporte.

» Il est utile de remarquer à ce point de vue que les dénominateurs des deux fractions qui figurent dans la valeur limite de f donnée ci-dessus sont d'un degré plus élevé que les numérateurs. Il en résulte que, toutes choses égales d'ailleurs, ces fractions décroissent quand on augmente z'' et $\mathrm{tang}\gamma_1$.

» On voit donc que l'on diminue la tendance à l'enfoncement du pieu sous l'action d'une charge verticale en augmentant la longueur du filet ou l'ouverture du cône extérieur qui limite ce filet, et l'on pourra dès lors toujours, à l'aide de l'une de ces deux modifications, s'opposer à l'en-

foncement dont il s'agit, sans modifier le pas de la vis qui est déterminé par la constante a. »

Remarque relative à la Communication précédente; par M. **H. Resal.**

« En me plaçant au point de vue de l'ingénieur, je ne puis, quant à présent, adopter le point de départ de M. Léauté.

» D'abord la question de désagrégation du terrain doit être mise de côté : il se produit naturellement et rapidement un tassement sous l'action de la pesanteur et de la pression supérieure, de sorte que, sous ce rapport, on n'a rien à redouter au point de vue de la stabilité de la fondation.

» Pour les constructeurs, l'influence du frottement dans le vissage est secondaire; le principal écueil est un fragment de pierre que l'on ne manque pas de rencontrer, plus dur que le terrain normal que l'on a à traverser.

» La forme générale adoptée pour la vrille résulte de tâtonnements dont l'origine est fort ancienne. L'accroissement du pas, à partir de la pointe, se prête on ne peut mieux au dégagement des obstacles que l'on peut rencontrer.

» L'idée de M. Léauté ne peut être acceptée qu'autant qu'elle aura reçu une sanction pratique. D'ailleurs elle n'est pas nouvelle, car elle a reçu son application à la tarière du charpentier, dite *anglaise*, sur une partie de la longueur. »

MÉCANIQUE. — *Sur la théorie des machines dynamo-électriques fonctionnant comme réceptrices.* Note de M. **Giza Szarvady.**

« La relation qui unit l'effort tangentiel F développé par une machine à la valeur G du champ magnétique et à l'extrémité I du courant circulant dans l'induit est

$$F = (L)GI, \tag{1}$$

où (L) représente un coefficient tenant compte de la longueur des fils actifs, des angles sous lesquels ces fils coupent les lignes de force, enfin du bras de levier à l'extrémité duquel on mesure l'effort.

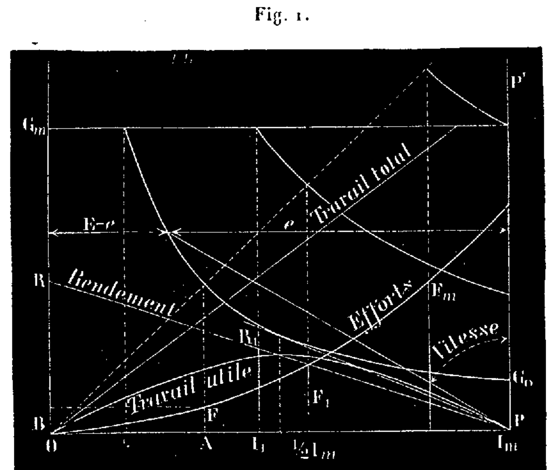
» C'est l'équation d'un paraboloïde hyperbolique. Pour un effort

donné, l'intensité du champ magnétique est reliée à celle du courant par une hyperbole équilatère ayant son sommet sur la parabole principale située dans le plan $G = I$. Nous rabattons sur le plan GI la parabole $F = (L)I^2$, projection de la parabole principale (*fig.* 1).

» Un effort donné OB, pris sur la parabole rabattue, a même abscisse OA que le sommet de l'hyperbole correspondante, qui se trouve ainsi déterminée.

» Comme il y a un maximum G_m pour la valeur du champ et une limite

Fig. 1.



pratique I_1 à l'intensité que peut supporter une machine donnée, il y a aussi une limite F_i à l'effort qu'elle peut développer.

» Soient E la différence de potentiel aux bornes, e la force contre-électromotrice, R la résistance d'une borne à l'autre; on a

$$(2) \qquad F = (L)G\,\frac{E - e}{R}.$$

» En considérant $\frac{E-e}{R}$ comme variable indépendante, l'équation (2) représente la même surface que l'équation (1).

» R étant une constante, on peut choisir l'échelle des forces électromotrices, de manière que les abscisses du paraboloïde représentent les différences $(E - e)$ elles-mêmes. La courbe qui donne I donne donc également $(E - e)$ en fonction de G.

» Deux cas se présentent dans la pratique, suivant que l'on suppose I ou E constant. Plaçons-nous dans cette dernière hypothèse.

» Portons sur l'axe des $(E - e)$ une longueur $OP = E$ et menons la parallèle PP' à l'axe OG. Les portions d'abscisse comptées de droite à gauche et comprises entre la droite PP' et les différentes hyperboles représentent les forces contre-électromotrices.

» Soit V la vitesse linéaire des spires moyennes de l'induit,

$$V = \frac{e}{(L)G}, \tag{3}$$

d'où il résulte que les vitesses sont mesurées par les coefficients angulaires des rayons vecteurs menés par l'origine P des forces contre-électromotrices.

» On voit sur la figure que :

» 1° Pour une valeur donnée de E, il existe une intensité maxima I_m et un effort maximum F_m qu'il ne faut pas confondre avec les limites pratiques déterminées ci-dessus.

» 2° Pour un effort donné il existe une valeur minima du champ magnétique. C'est le *point de démarrage*. La force contre-électromotrice croît avec le champ suivant une hyperbole équilatère. La vitesse commence aussi par croître, mais *elle passe par un maximum* lorsque le rayon vecteur mené par le point P devient tangent à la courbe des forces contre-électromotrices. Le maximum de la vitesse correspond au travail utile maximum et au rendement $\frac{1}{2}$.

» 3° L'effort augmentant, le sommet de l'hyperbole s'éloigne de l'origine O, le rendement maximum correspondant à cet effort diminue et devient nul pour l'effort maximum.

» Il faut donc calculer les réceptrices, de telle sorte que les efforts en marche normale soient très inférieurs à l'effort maximum théorique. On pourra, par exemple, s'imposer un rendement minimum $I_1 R_1$ correspondant à l'intensité limite I_1, porter sur l'axe OG une longueur OR égale à 1 et déterminer E par l'intersection de la droite RR' et de l'axe OP.

» J'ai envisagé jusqu'ici le champ magnétique comme variable indépendante. C'est d'abord le cas dans les machines à excitation séparée, mais cela m'a surtout permis d'établir une construction générale, indépendante de la loi de l'aimantation.

» Pour l'étude des machines s'excitant elles-mêmes, on remplace cette loi inconnue par une courbe expérimentale, telle que la caractéristique qui a une échelle convenable représente G en fonction de I.

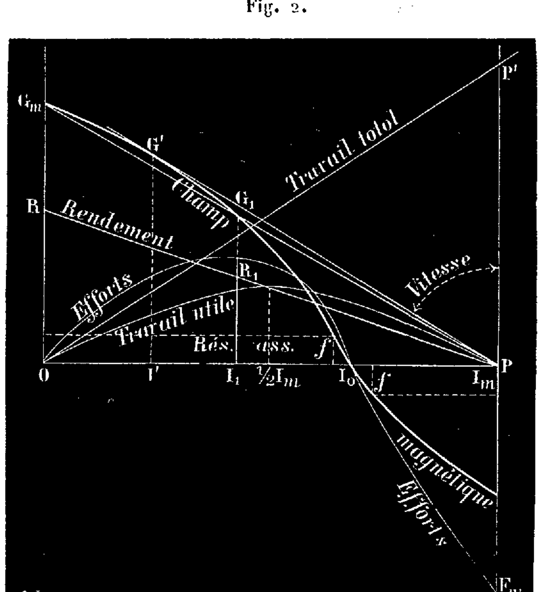
» La caractéristique étant tracée dans le plan GI, on la prend pour trace

d'un cylindre projetant qui découpe dans le paraboloïde des efforts une courbe de l'espace représentant le fonctionnement de la machine.

» Considérons le cas d'une réceptrice à double enroulement. M. Marcel Deprez a indiqué dans une Note récente la forme de la caractéristique. On se propose de rendre la vitesse aussi constante que possible (*fig.* 2).

» Soit I_0 le point correspondant à l'intensité pour laquelle le champ magnétique s'annule. Si le point P est compris entre O et I_0, la vitesse ne saurait être constante; mais, en prenant E au delà du point I_0, on pourra tou-

Fig. 2.



jours maintenir les variations de vitesse dans des limites aussi étroites qu'on voudra. Il faudra pour cela que l'effet de l'enroulement en série soit assez prédominant pour que l'intensité limite I se trouve dans une partie de la caractéristique suffisamment voisine de l'origine.

» Soit G_1 le point correspondant à I_1. On peut déterminer E par l'intersection de la droite $G_m G_1$ et de l'axe OI.

» La plus grande variation de vitesse sera mesurée par l'angle de la droite PG_1G_m et de la tangente PG' à la caractéristique.

» Dans toute bonne machine génératrice ou réceptrice $I_1 < I_m$.

» Pour les réceptrices, il faut donc prendre certaines précautions, afin d'empêcher l'intensité de devenir trop forte au moment du démarrage.

Supposons, toutefois, que, dans notre machine à double enroulement, l'intensité limite se confonde avec l'intensité maxima. Lorsque le courant en série dépassera la valeur I_0, le sens de la polarité sera inversé, ce que je représente en traçant la continuation de la caractéristique en dessous de l'axe des I.

» Le sens de l'effort et celui de la vitesse, c'est-à-dire de la rotation, se trouvent également renversés.

» Si l'on suit les variations de l'intensité, on voit que l'effort part de zéro, passe par un maximum, s'annule avec le champ magnétique, change de sens et croît jusqu'au calage. Quant à la vitesse, elle est sensiblement constante de O à I, mais elle croît ensuite indéfiniment, passe par l'infini en changeant de signe lorsque le champ devient nul, et décroît ensuite pour s'annuler quand l'effort de calage est atteint.

» Ce résultat paradoxal s'interprète facilement.

» On remarque d'abord que la vitesse ne devient infinie que pour un effort nul; or la machine présente des résistances passives f qui limitent la vitesse.

» Supposons que l'on parte d'efforts très faibles, la machine tournera dans le sens voulu jusqu'au moment où l'on dépassera l'effort maximum pour cette partie de la courbe. Aussitôt la machine se trouvera calée. L'intensité augmente jusqu'à renverser le sens de l'effort développé par l'induit.

» Si l'effort résistant appliqué à la réceptrice ne peut s'exercer que dans un sens, la machine se trouvera être à vide et tournera à l'envers avec la vitesse maxima.

» Si l'effort résistant s'exerce indifféremment dans un sens ou dans l'autre, la machine restera calée ou se remettra à tourner toujours en sens inverse, suivant que l'effort maximum de la première partie de la courbe sera supérieur ou inférieur à l'effort F_m de calage de la deuxième partie de la courbe.

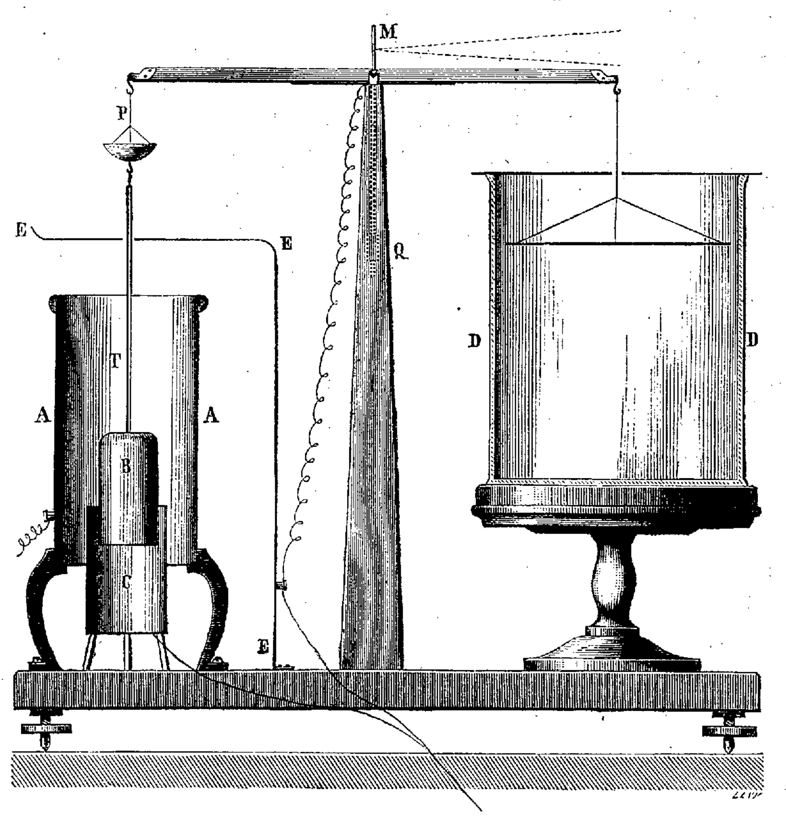
» On ne pourra jamais passer de la seconde phase à la première par le seul jeu des efforts. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur un électromètre absolu, à indications continues.* Note de MM. **E. Bichat** et **R. Blondlot**, présentée par M. Lippmann.

« Nous avons construit un électromètre fondé sur l'attraction de deux cylindres concentriques, et permettant de mesurer les potentiels en valeur

absolue. Cet électromètre a le double avantage de pouvoir être construit très facilement et de donner des indications continues.

» Un cylindre AA isolé est relié à la source dont on veut mesurer le potentiel. Un cylindre B, dont l'axe coïncide avec celui du premier, est suspendu au moyen d'une tige T au plateau P d'une balance et, par l'intermédiaire du fléau de cette balance, communique avec le sol. Ce cylindre BB plonge en partie dans un vase cylindrique C, d'un diamètre un



peu plus grand, qui communique également avec le sol. Un écran EEE, relié au sol, laisse passer la tige T par une ouverture; il sert à protéger la balance contre les attractions du cylindre AA.

» Le cylindre A exerce sur le cylindre B une force dirigée de bas en haut, que l'on peut évaluer en suivant une marche analogue à celle qui a été employée par Maxwell pour établir la théorie de l'électromètre à quadrants de Sir W. Thomson. L'ensemble des cylindres B et A constitue un condensateur; la longueur de ces cylindres étant suffisamment grande par

rapport à leurs diamètres sur la portion moyenne du cylindre B et sur la portion correspondante du cylindre A, la distribution est la même que s'ils étaient infiniment longs, c'est-à-dire que, dans cette région, les surfaces équipotentielles sont des cylindres concentriques et les lignes de force, des rayons; au-dessus et au-dessous, la distribution est différente. Si l'on suppose que le cylindre B vienne à sortir du cylindre C d'une quantité qui ne soit pas trop grande, on peut considérer le changement de la distribution comme ayant consisté dans un simple allongement de la portion où la distribution est la même que si les cylindres étaient indéfinis, la portion située au-dessus, où la distribution est irrégulière, s'étant simplement déplacée.

» Soient R et r les rayons respectifs des cylindres A et B, V le potentiel de A, celui de B étant zéro; soit, de plus, F la force qui sollicite le cylindre B de bas en haut. Supposons que le cylindre B se soulève d'une quantité dz, le travail des forces électriques est F dz. D'après le théorème relatif au déplacement des corps à potentiel constant, ce travail est égal à l'accroissement d'énergie du système. Or l'accroissement de charge est le produit de V par la capacité d'une portion de condensateur cylindrique indéfini de hauteur dz; il est donc égal à $\frac{1}{2}\frac{V\,dz}{L\frac{R}{r}}$. Par suite, l'accroissement d'énergie est $\frac{1}{4}\frac{V^2\,dz}{L\frac{R}{r}}$, et l'on a l'équation

$$F\,dz = \frac{V^2\,dz}{4L\frac{R}{r}},$$

d'où

$$V^2 = 4F.L\frac{R}{r}.$$

» Si l'on mesure R et r en centimètres et F en dynes, on aura V^2 en unités absolues du système C.G.S.

» Pour mesurer F on met des poids marqués sur le plateau P de la balance, jusqu'au moment où l'équilibre est rétabli. La valeur de ces poids, exprimée en grammes, multipliée par le nombre g, donne la force exprimée en dynes.

» Afin d'amortir les oscillations du fléau, on suspend à la place du second plateau de la balance un large disque en carton qui peut monter et descendre dans un vase cylindrique DD en verre, d'un diamètre un peu plus grand. Le frottement de l'air rend l'appareil presque apériodique.

» La force F étant, dans des limites étendues, indépendante de la position du cylindre B, il en résulte que l'on peut aussi se servir de l'instrument sans employer des poids, et en observant simplement l'inclinaison du fléau. Un miroir M, fixé au-dessus du couteau, permet de mesurer cette inclinaison par la méthode de la réflexion. Lorsque l'équilibre est établi, F est égale à une constante multipliée par la tangente de l'angle d'inclinaison. Cette constante se détermine, une fois pour toutes, en plaçant dans le plateau P un poids connu, l'électromètre étant déchargé, et en observant la déviation correspondante.

» Pour les petites déviations, la force F est proportionnelle au nombre de divisions qui ont passé devant le réticule de la lunette. Un contrepoids Q, mobile le long d'une aiguille perpendiculaire au fléau, permet de modifier à volonté la sensibilité de la balance.

» Un calcul basé sur la formule donnée par M. Blavier pour la capacité d'un condensateur formé de deux cylindres dont les axes ne coïncident pas, mais sont parallèles, montre qu'un déplacement latéral du cylindre B, même de 2^{mm} ou 3^{mm}, n'a qu'une influence extrêmement petite sur la valeur de la force F. Cette circonstance est due à ce que F est minimum quand les deux cylindres sont concentriques. Dans notre appareil, où $R = 5^{cm},875$ et $r = 2^{cm},5$, F ne varie que de 0,003 de sa valeur pour un écart des axes de 3^{mm}.

» Dans le calcul fait plus haut pour déterminer F, on n'a pas tenu compte de la tige T qui supporte le cylindre B. On obtiendra l'expression complète de F en retranchant de l'action sur ce cylindre celle qui s'exerce sur la tige. Si l'on désigne par ρ le rayon de cette dernière, le facteur par lequel il faut multiplier la force pour obtenir le carré du potentiel est

$$4\left(\mathrm{L}\frac{R}{r} - \mathrm{L}\frac{R}{\rho}\right).$$

» Comme vérification de l'exactitude des indications de notre appareil, nous avons déterminé les potentiels correspondant à un certain nombre de distances explosives entre deux sphères : les nombres obtenus présentent une concordance parfaite avec ceux qui ont été déterminés avec grande précision par M. Baille (1). »

---

(1) *Journal de Physique*, 2e série, t. I, p. 169.

CHIMIE MINÉRALE. — *Combinaisons de l'acide vanadique avec les acides oxygénés.* Note de M. **A. Ditte**, présentée par M. Debray.

« L'acide vanadique forme avec certains acides oxygénés des combinaisons définies; les unes peuvent être isolées à l'état libre sous la forme de cristaux, d'autres n'ont été encore obtenues qu'à l'état de sels. J'examinerai aujourd'hui les premières.

» I. *Acide sulfurique.* — L'acide vanadique anhydre se dissout à chaud dans l'acide sulfurique concentré en donnant une liqueur brun foncé limpide; c'est une dissolution sursaturée d'une substance qui ne tarde pas à se déposer. On voit apparaître d'abord de petits cristaux jaune citron aux points du vase qui ont été frottés par l'agitateur; puis leur nombre augmente, la liqueur se trouble et finit par se prendre en masse pâteuse. Celle-ci, séchée dans le vide sur des plaques de porcelaine, laisse des petits cristaux jaune citron dont la formule est $VO^5, 3SO^3, 3HO$. Ces cristaux sont très avides d'eau; leur dissolution dans de l'eau aiguisée d'acide sulfurique est vert clair, et l'on peut la regarder comme une solution simple d'acide vanadique dans l'acide sulfurique étendu; car elle se trouble quand on la fait bouillir, en déposant des flocons rouges volumineux d'acide vanadique soluble et quand on ajoute de l'acide nitrique, en donnant une solution jaune, appartenant par suite à la deuxième variété d'acide vanadique. La solution vert clair ne se décompose plus par la chaleur quand on lui ajoute une quantité convenable d'acide sulfurique; elle se fonce alors à mesure qu'on la concentre, devient peu à peu brun rougeâtre, puis rouge foncé, et en cet état elle commence à déposer même à chaud de beaux cristaux rouge-orangé, brillants, transparents, qui, séchés comme les précédents, présentent une composition identique et se réduisent quand on les écrase, en une poudre cristalline jaune-citron.

» II. *Acide phosphorique.* — L'acide vanadique fondu, chauffé avec une solution concentrée d'acide phosphorique, se transforme bientôt en paillettes cristallisées jaunâtres très peu solubles, même à chaud, dans l'acide phosphorique concentré, mais se dissolvant bien dans de l'eau faiblement chargée de cet acide. On obtient de la sorte une liqueur jaune un peu rougeâtre qui, par refroidissement, dépose de belles paillettes jaune d'or contenant

$$VO^5, PhO^5, 14HO.$$

Ces cristaux légèrement chauffés ne changent pas d'aspect, mais ils perdent de l'eau et n'en retiennent plus que quatre équivalents.

» Si la liqueur phosphorique est plus concentrée, les paillettes qui se déposent sont vert-jaune. On les obtient facilement en mettant de l'acide vanadique rouge soluble en contact avec une dissolution moyennement concentrée d'acide phosphorique. Au bout de quelques heures à froid, presque immédiatement à chaud, l'acide vanadique se transforme en belles lames brillantes, vert jaune, qu'il est très facile de purifier de l'eau-mère en les plaçant sur de la porcelaine dégourdie; elles renferment

$$2VO^5, 3PhO^5, 9HO$$

quand elles ont été séchées à 100°. A la température ordinaire, elles retiennent une plus grande quantité d'eau.

» III. *Acide arsénique.* — Une solution concentrée et chaude de cet acide, versée dans une solution concentrée d'acide vanadique rouge, précipite celui-ci en flocons appartenant à la deuxième variété et qu'un excès d'acide arsénique redissout. On obtient ainsi une liqueur jaune clair qui se fonce peu à peu, à mesure qu'on ajoute de l'acide vanadique, jusqu'à devenir rouge; cette liqueur dépose en refroidissant de beaux cristaux brillants, jaunes avec un faible reflet vert, et qui renferment

$$VO^5, AsO^5, 18HO.$$

» Lorsqu'on traite de l'acide vanadique anhydre par une solution concentrée et chaude d'acide arsénique, il se transforme en paillettes cristallines très peu solubles dans la liqueur acide concentrée, mais se dissolvant bien quand on ajoute de l'eau. La solution est rouge grenat; saturée à chaud elle laisse déposer, quand elle se refroidit, de beaux cristaux tout à fait semblables aux précédents, mais retenant un peu moins d'eau

$$VO^5, AsO^5, 14HO.$$

» Il faut prendre garde à ce que l'acide arsénique employé ne contienne pas trace d'acide arsénieux, qui réduirait en partie l'acide vanadique et donnerait naissance à des produits tout différents.

» IV. *Acide iodique.* — L'acide vanadique, anhydre ou non, chauffé avec une dissolution concentrée d'acide iodique, se change rapidement en paillettes nacrées, brillantes et chatoyantes, peu solubles dans la liqueur concentrée au sein de laquelle elles ont pris naissance; on les débarrasse de l'eau-mère qui les imprègne en les desséchant dans le vide sur de la porce-

laine dégourdie; leur composition répond alors à la formule $VO^5, IO^5, 5HO$. Cette combinaison est très soluble dans l'eau; chauffée vers 150°, elle perd $4^{éq}$ d'eau sans changer de forme, mais les paillettes jaunes deviennent rouge vif; chauffées plus fortement, elles se décomposent en émettant des vapeurs d'iode et de l'oxygène, et laissent de l'acide vanadique pur. La solution aqueuse concentrée est rougeâtre; étendue, elle est jaune, et dans ce dernier cas elle se décompose, quand on la chauffe, en mettant en liberté de l'acide vanadique qui forme un dépôt rouge floconneux.

» L'eau-mère des cristaux précédents est rouge et contient encore de l'acide vanadique; concentrée, puis abandonnée au refroidissement, elle dépose au bout de quelques heures des paillettes nacrées, jaune d'or, légères, qui se rassemblent au fond du vase et que l'on purifie comme les premières sur des plaques de porcelaine; elles renferment plus d'acide iodique et leur composition répond à la formule $2VO^5, 3IO^5, 18HO$; elles se comportent comme le premier composé sous l'influence de l'eau ou de la chaleur.

» V. *Acide molybdique.* — On obtient indirectement une combinaison de l'acide vanadique avec cet acide en utilisant la méthode qui a permis à M. Debray d'isoler les acides phosphomolybdique et arséniomolybdique; on fait bouillir, avec de l'eau régale contenant excès d'acide nitrique, un vanado-molybdate d'ammoniaque qui sera ultérieurement décrit; on obtient de cette façon un dépôt rougeâtre qui ne paraît pas cristallisé; mais, bouilli avec une grande quantité d'acide nitrique, il se change peu à peu en petites aiguilles fines, transparentes, orangé-rouge, qui contiennent $VO^5, 8MO^3, 5HO$.

» Il est à remarquer que, tandis que les acides phosphomolybdique et arséniomolybdique sont très solubles dans l'eau et dans les acides, cet acide vanado-molybdique ne se dissout qu'en petite quantité dans l'acide azotique bouillant, et qu'il est encore moins soluble dans l'eau; nous retrouverons entre les sels de ces acides des différences du même ordre.

» L'acide vanadique peut contracter des combinaisons avec d'autres acides, tels que les acides tungstique, silicique, oxalique, tartrique, etc. Je n'ai pas encore obtenu ces composés à l'état libre, mais seulement sous la forme de sels dont l'étude fera l'objet d'une nouvelle Communication. »

CHIMIE. — *Sur les produits de décomposition de l'acide hypophosphorique.* Note de M. A. JOLY, présentée par M. Debray.

« Les produits de décomposition de l'acide hypophosphorique dépendent de son état d'hydratation et de la température à laquelle il est porté. Cette étude exigeait le maniement de poids assez considérables d'acide hypophosphorique d'une pureté parfaite, et, bien que j'aie préparé près de 300^{gr} d'acide cristallisé, je suis loin d'avoir épuisé la question. Cependant je crois que les résultats qu'elle m'a fournis jusqu'ici présentent quelque intérêt et je prends la liberté de les communiquer à l'Académie, tout incomplets qu'ils soient.

» I. *Hydrate normal.* — Chauffé dans un bain d'eau, maintenu à la température constante de 70° ([1]), l'hydrate normal se liquéfie brusquement, et le changement d'état est accompagné d'un dégagement de chaleur considérable. Ainsi, dans une expérience faite avec 3^{gr} d'acide cristallisé, tandis que la température du bain demeurait invariable, un thermomètre enveloppé de la matière solide s'élevait de 70° à 99°,5 dans l'intervalle de une minute et demie et redescendait rapidement à 75° au bout de deux minutes. La transformation de la matière ne devient d'ailleurs complète que si on la maintient pendant quelques minutes à 70°, ou mieux encore si l'on élève peu à peu sa température à 100°.

» Le produit de cette réaction est un liquide sirupeux, incolore ou parfois très légèrement coloré en jaune; il se dissout dans l'eau avec dégagement de chaleur, et la dissolution ne précipite plus par le nitrate d'argent; mais elle se trouble au bout de quelques instants et laisse déposer de l'argent métallique lorsqu'on élève la température. La liqueur ne contient plus d'acide hypophosphorique, mais présente tous les caractères d'une dissolution d'acide phosphoreux; elle contient également de l'acide phosphorique; car, après neutralisation par une base, le nitrate d'argent donne un précipité jaune, qui brunit rapidement par suite d'une réduction effectuée par l'acide phosphoreux.

» L'acide hypophosphorique n'ayant subi, par l'action de la chaleur, aucune variation de poids, on peut admettre, et c'est là l'hypothèse la plus simple, qu'il s'est dédoublé en acide métaphosphorique et acide phospho-

([1]) L'acide phosphoreux fond à 70°,1 (Thomsen); est-ce une simple coïncidence?

reux

$$2PhO^6H^2 = PhO^6H + PhO^6H^3,$$

à moins qu'il ne se soit transformé en un mélange d'acide pyrophosphorique et d'un acide pyrophosphoreux encore inconnu :

$$2PhO^6H^2 = PhO^7H^2 + PhO^5H^2.$$

» Quels que soient les produits formés, ils se transforment presque immédiatement, au contact de l'eau, en un mélange d'acide phosphoreux et d'acide phosphorique ordinaire. Lorsqu'on sature le mélange par la soude, aussitôt après sa dissolution, en présence de l'*orangé* et de la *phénolphtaléine*, il se comporte non comme un mélange d'un acide monobasique et d'un acide polybasique, mais comme un acide polybasique; le nitrate d'argent donne immédiatement dans la dissolution saline le précipité jaune caractéristique de l'acide orthophosphorique.

» La saturation par 2^{eq} de soude, effectuée *immédiatement* après la dissolution dans l'eau des produits de la décomposition de l'acide hypophosphorique, est accompagnée d'un dégagement de chaleur presque égal à celui que l'on observe en saturant les acides phosphorique, phosphoreux ou acide hypophosphorique par la même quantité d'alcali :

			Cal
PhO^6H^2	(dédoublé)	$+ 2NaO$	$+27,5$
PhO^6H^2	»	$+ 2NaO$	$+27,1$
PhO^8H^3	»	$+ 2NaO$	$+27,1$
PhO^6H^3	»	$+ 2NaO$	$+28,4$

» L'acide métaphosphorique, mal défini, que l'on obtient en décomposant au rouge l'acide orthophosphorique, donne, d'après Thomsen, lorsqu'on le sature par 2^{eq} de soude, des nombres compris entre $+16^{Cal},5$ et $+26^{Cal},7$, suivant qu'on l'étudie à des époques plus ou moins éloignées de sa dissolution dans l'eau.

» Le nombre $+27^{Cal},6$ diffère peu de $+27^{Cal},75$, moyenne de deux chaleurs de neutralisation des acides phosphorique et phosphoreux par 2^{eq} de soude. L'acide métaphosphorique, résultant du dédoublement de l'acide hypophosphorique à 70°, se transforme donc immédiatement, au contact de l'eau, en acide orthophosphorique.

» La dissolution dans l'eau de l'acide hypophosphorique dédoublé par la chaleur ($1^{éq}$ d'acide pour 8^{lit} d'eau environ à 15°) est accompagnée d'un dégagement de chaleur de $+6^{Cal},1$. Si l'on retranche de ce nombre la moitié de la chaleur de dissolution de l'acide phosphoreux liquéfié qui, d'après Thom-

sen, est de $+ 2^{Cal},94$, on obtient la chaleur de dissolution de l'acide métaphosphorique produit à basse température :

$$6^{Cal},1 - 1^{Cal},47 = 4^{Cal},63.$$

» La chaleur de dissolution de cet acide métaphosphorique liquéfié dans $300 H^2O^2$, à la température de 15°, serait donc de $+9^{Cal},3$, ce qui donne pour la réaction

$$PhO^5, HO \text{ liq.} + 2HO \text{ liq.} = PhO^5, 3HO \text{ liq.} \ldots\ldots \quad +4^{Cal},1.$$

» S'il s'est formé de l'acide phosphoreux lors de la liquéfaction de l'acide hypophosphorique, il était à prévoir qu'en élevant graduellement la température au delà de 100°, on obtiendrait les produits de décomposition de l'acide phosphoreux, c'est-à-dire de l'hydrogène phosphoré gazeux et de l'acide orthophosphorique. La réaction est cependant bien différente de celle que l'on observe avec l'acide phosphoreux libre. Celui-ci fond vers 70° en un liquide incolore qui, vers 180°, se transforme régulièrement en acide phosphorique et hydrogène phosphoré gazeux, non spontanément inflammable, sans que le liquide cesse d'être d'une limpidité parfaite.

» Au contraire, vers 120°, le mélange d'acide métaphosphorique et d'acide phosphoreux se trouble, des bulles d'un gaz spontanément inflammable se dégagent et le liquide laisse déposer un abondant précipité jaune-orange qui, en quelques instants, envahit toute la masse. Ce précipité présente tous les caractères de l'hydrogène phosphoré solide. En reprenant par l'eau, on dissout de l'acide phosphorique qui, après neutralisation par une base, donne un précipité *blanc* avec le nitrate d'argent; ce précipité ne tarde pas d'ailleurs à brunir par suite d'une réduction due à une petite quantité d'acide phosphoreux non décomposé. L'acide phosphoreux, en présence d'acide métaphosphorique qui, à la température peu élevée de la réaction, agit comme déshydratant, se décompose donc tout autrement que lorsqu'il est libre, et l'on peut formuler les deux réactions successives du dédoublement de l'acide hypophosphorique :

$$2PhO^6H^2 = PhO^6H + PhO^6H^3$$

ou bien encore

$$2PhO^6H^2 = PhO^2H^2 + PhO^5H^2$$

et

$$4PhO^5H^2 = 3(PhO^7, H^2) + PhH^2,$$

l'hydrogène phosphoré liquide se dédoublant aussitôt en hydrogène phosphoré gazeux et hydrogène phosphoré solide.

» Les deux phénomènes successifs que je viens de décrire, et particulièrement le second, caractérisent nettement l'acide hypophosphorique. L'acide quadrihydraté $PhO^4, 4HO$ cristallisé se décompose tout autrement, et la comparaison des produits de ces deux réactions viendra confirmer les faits que je communique aujourd'hui. »

CHIMIE. — *Action du platine au rouge sur les fluorures de phosphore.* Note de M. **H. Moissan**, présentée par M. Debray.

« A la suite de recherches sur les fluorures de phosphore, j'ai été amené à étudier l'action du platine sur ces composés. On sait avec quelle facilité le platine se combine au phosphore, en fournissant un phosphure de platine doué d'une grande fusibilité. Il nous a semblé intéressant de voir si, dans ces conditions, ce métal se combinerait aussi au fluor. Dans nos premières expériences, le platine a été chauffé au moyen d'un courant électrique. On a pris trois éléments Bunsen affaiblis, de façon à avoir un courant aussi constant que possible, et l'on a fermé la pile. Grâce à un courant dérivé, on pouvait à volonté faire passer le courant, soit dans le fil de cuivre qui réunissait les pôles, soit dans un fil de platine d'un diamètre tel que, entouré d'air, il était porté au rouge à une température bien inférieure à celle de son point de fusion.

» Le fil de platine était ensuite placé dans une atmosphère de pentafluorure de phosphore, et il était traversé à nouveau par le même courant. On voyait aussitôt le platine fondre rapidement. Cette expérience, faite dans le trifluorure de phosphore, a donné les mêmes résultats.

» Nous avons alors répété cette expérience en employant un dispositif qui permît de mettre en réaction une plus grande quantité de ces gaz fluorés. De la mousse de platine est d'abord mise à digérer au bain-marie pendant une journée avec de l'acide fluorhydrique pur. On lave ensuite par décantation à l'eau distillée chaude, puis froide, jusqu'à ce que toute réaction ait disparu. Cette mousse calcinée est placée dans un tube de platine de $0^m,80$ de long, dont les extrémités portent un pas de vis sur lequel s'engage un tube de platine beaucoup plus petit, servant à l'arrivée et au dégagement du gaz. La partie de l'appareil qui devait être portée au rouge était placée dans un tube de porcelaine bien vernissé et maintenu par deux bouchons, au travers desquels passaient des tubes de verre permettant de faire circuler un courant d'azote dans l'espace annulaire.

» L'appareil étant chauffé, on commence par faire passer dans le tube intérieur un courant d'hydrogène, de façon à enlever tous les gaz étrangers. Une heure après, l'hydrogène est remplacé par un courant d'azote et la mousse de platine se refroidit dans ce gaz inerte. D'ailleurs, pendant toute la durée de l'expérience, de l'azote pur et sec traverse l'espace annulaire. En employant cet artifice, on peut chauffer le tube sans craindre que les gaz du foyer puissent traverser la paroi de platine.

» Lorsque le tube est ainsi préparé, on le porte au rouge et l'on fait arriver du gaz trifluorure de phosphore desséché sur de la potasse caustique fondue au creuset d'argent.

» Si l'on emplit l'appareil, puis que l'on arrête le courant gazeux, un vide partiel se produit, le fluorure de phosphore est complètement absorbé par le platine. L'expérience est différente si l'on maintient un courant rapide de gaz; il se produit alors un mélange gazeux fumant à l'air et renfermant une petite quantité de pentafluorure de phosphore, ce qui indique qu'une certaine partie du fluor, mise en liberté, s'est reportée sur l'excès de trifluorure. La réaction est donc la même que celle produite par l'étincelle d'induction sur le trifluorure de phosphore.

» Cependant le gaz que l'on obtient dans ces conditions présente quelques réactions particulières. Il décompose de suite l'iodure de potassium et met de l'iode en liberté, de façon à colorer fortement du chloroforme. Il attaque le mercure; enfin, recueilli dans une ampoule aussi desséchée que possible, il la dépolit dans l'espace de deux ou trois jours. Cette ampoule, ouverte ensuite sur l'eau, donne un léger dépôt de silice indiquant la présence d'une petite quantité de fluorure de silicium. Le gaz employé, essayé avant l'expérience, ne fournissait pas en présence de l'eau trace de silice. J'ai insisté d'ailleurs, à propos de la préparation du trifluorure de phosphore, sur les précautions à prendre pour éviter les composés du silicium.

» Si l'on fait passer le gaz qui a traversé le tube de platine porté au rouge dans un mélange d'iodure de potassium et d'empois d'amidon, il se produit une intense coloration bleue. Mais ici nous devons faire des réserves. La décomposition d'un semblable mélange est produite par un grand nombre de réactifs. Il fallait donc s'assurer tout d'abord quelle était l'action des deux fluorures de phosphore sur cette solution d'iodure de potassium. Le trifluorure de phosphore, en présence du mélange d'empois d'amidon et d'iodure de potassium, ne s'absorbant que très lentement, ne donne une coloration qu'après quelques heures. Le pentafluorure de phosphore fournit une teinte rouge lie de vin, qui finit par passer au violet.

Enfin, un mélange de ces deux gaz renfermant un excès de trifluorure ne donne pas de coloration instantanée, ce qui a lieu avec le gaz dont nous parlions plus haut. Malgré cela, je ne regarde pas cette expérience comme concluante; cette réaction colorée est produite si facilement, qu'il est bon de s'en méfier. Ce qui nous a semblé le plus net est encore l'attaque du mercure et du verre.

» La même expérience, répétée avec du pentafluorure de phosphore, a donné des résultats identiques. La décomposition semble même, dans ce cas, plus accusée et la mise en liberté de l'iode contenu dans l'iodure de potassium est plus rapide qu'avec le trifluorure de phosphore.

» Il est donc possible que, dans cette décomposition des fluorures de phosphore par le platine, une petite quantité de fluor soit entraînée par le courant gazeux et fournisse les réactions indiquées plus haut.

» On comprend la réserve que nous impose de semblables expériences lorsqu'on se souvient des difficultés qu'a rencontrées M. Fremy dans ses belles recherches sur les fluorures. Je ne fais donc qu'indiquer les résultats obtenus, me réservant d'y revenir par la suite, s'il y a lieu. Il ne m'était pas permis de faire cette étude des fluorures de phosphore sans essayer cette décomposition. Je ne pense pas, du reste, que ces combinaisons fournissent jamais un dédoublement complet en fluor et en phosphore; en voici la raison. Cette expérience sur l'action du platine m'a démontré que, non seulement le phosphore était fixé par le platine, qu'il se formait un phosphure de platine, mais encore que le fluor était retenu aussi, même à haute température. Si l'on prend la mousse de platine qui a été chauffée dans le trifluorure de phosphore, on voit qu'elle a changé d'aspect. Elle est lourde, en partie fondue; vient-on à la chauffer dans un vase de plomb recouvert d'une lame de verre, en présence de l'acide sulfurique, il se dégage de l'acide fluorhydrique.

» Il y a donc eu fixation, non seulement du phosphore, mais aussi du fluor. C'est ce qui explique que, lorsque l'expérience marche lentement, la pression du gaz diminue dans l'appareil. Lorsque le courant gazeux est rapide, une petite quantité du fluor mis en liberté est entraînée, quitte la paroi chauffée où est la mousse de platine et peut alors être décelée.

» Cette expérience a été répétée cinq fois; chacune d'elles exige un nouveau tube de platine. Aussitôt qu'il s'est produit du phosphure de platine, le tube est perdu. Il arrive parfois, si la température n'est pas très élevée, que le métal se recouvre d'une matière cristalline; aussitôt qu'on le porte au rouge vif, il fond sur une longueur de plusieurs centimètres.

» Je dois, en terminant cette Note, remercier M. Debray, dans le laboratoire duquel ces expériences ont été faites et dont les bienveillants conseils, pendant ces longues recherches, ne m'ont jamais fait défaut. »

CHIMIE. — *Sur le dédoublement des composés optiquement inactifs par compensation.* Note de M. E. Bichat, présentée par M. Pasteur.

« Dans une Communication récente, M. Wyrouboff cherche à établir que les faits relatifs au dédoublement du racémate sodico-ammonique, que j'ai communiqués à l'Académie dans la séance du 22 février dernier, pouvaient être prévus *a priori*, en faisant intervenir simplement la différence de solubilité des tartrates droit et gauche de soude et ammoniaque et du racémate correspondant. Je crois pouvoir montrer que la raison invoquée par M. Wyrouboff est insuffisante pour expliquer les particularités que présente la cristallisation du sel en question.

» Tant qu'il ne s'agit que de racémates ne se dédoublant pas, la solubilité doit intervenir et intervient réellement lors de la cristallisation. Les dissolutions de ces racémates se comportent absolument de la même manière que les solutions de tous les sels qui ne jouissent pas du pouvoir rotatoire : les sels les moins solubles se déposent les premiers.

» Mais, dans le cas qui nous occupe, le problème est complètement différent. M. Pasteur a observé, le premier, que le racémate de soude et ammoniaque se dédouble en cristallisant à l'air libre. M. Scacchi a montré et M. Wyrouboff a vérifié que le dédoublement du même sel ne s'effectue plus à une température supérieure à 30°. La question importante à résoudre est de savoir pourquoi le dédoublement s'opère entre certaines limites de température pour certains racémates, et quelle est la cause de ce dédoublement. L'objet du travail dont j'ai communiqué les résultats à l'Académie est de montrer que le dédoublement ne s'effectue jamais quand on place la solution de racémate à l'abri des poussières de l'air et que, par suite, c'est à ces poussières que l'on doit attribuer le dédoublement que l'on observe dans certains cas particuliers.

» Le fait a été confirmé, du reste, par M. Joubert, dans une Note publiée ultérieurement.

» Dans les expériences que je viens de rappeler, le dépôt de racémate s'est effectué à une température inférieure à 28°, bien que, au-dessous de cette température, les tartrates droit et gauche de soude et ammoniaque.

pris isolément, soient beaucoup moins solubles que le racémate correspondant. Si, comme le pense M. Wyrouboff, la solubilité jouait le seul rôle, ils devraient se déposer les premiers. L'expérience prouve qu'il n'en est rien. Pour pouvoir appliquer au racémate de soude et ammoniaque les résultats obtenus dans l'étude de chacun des tartrates droit et gauche qui le composent, pris isolément, il faudrait admettre que la solution de racémate contient les tartrates qui le constituent, complètement séparés. La cause de ce dédoublement nécessaire est due, selon moi, au contact de la solution avec une parcelle cristalline dissymétrique contenue dans les poussières de l'air.

» En faisant intervenir la solubilité seule, on peut donc prévoir ce qui arrivera dans la cristallisation des racémates; mais on n'explique pas le dédoublement en tartrates droit et gauche.

» Les expériences de MM. Scacchi et Wyrouboff prouvent seulement que le dédoublement n'est possible qu'entre certaines limites de température, sans pousser plus loin l'analyse des faits.

» La théorie qui fait intervenir les poussières de l'air dans le dédoublement de quelques racémates trouve une vérification dans certaines expériences de M. Scacchi. Ce savant opérait la cristallisation du racémate sodico-ammonique dans un vase *recouvert d'une feuille de papier buvard et d'une lame de verre*. Tant que le cristallisoir restait dans ces conditions, il a constaté invariablement, même à une température inférieure à 28°, la formation de racémates. Dans quelques expériences où il lui est arrivé de découvrir le cristallisoir, il a trouvé, au bout d'un certain temps, qu'il s'était formé des tartrates droit et gauche de soude et ammoniaque. Le dédoublement s'est donc produit toutes les fois que la solution a été mise en contact avec les poussières de l'air à une température suffisamment basse. Ce résultat est parfaitement conforme aux faits que j'ai observés. »

CHIMIE. — *Sur une réaction photochimique de la liqueur oxymétrique de* M. Schützenberger. Note de M. **Victor Jodin**.

« Dans une précédente Communication (*Comptes rendus*, t. CII, p. 264), j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie d'anciennes expériences, dont la conclusion était que la lumière, en dehors des conditions physiologiques, provoque sur la chlorophylle des actions oxydantes fort différentes de la résultante *réductrice* qui caractérise l'acte chlorophyllien, c'est-à-dire la décomposition de CO^2.

» De récentes observations de M. Regnard semblaient être opposées à cette conclusion, et établir que la chlorophylle isolée des cellules vivantes peut encore agir sur l'acide carbonique et en opérer le dédoublement à la lumière. Préoccupé de résoudre cette contradiction, j'ai répété les expériences de M. Regnard : tout en constatant leur exactitude, j'ai eu occasion de faire une remarque qui a pu échapper à ce savant et fausser l'interprétation de ses observations.

» Le principe de sa méthode consistait à maintenir en contact avec le réactif de Schützenberger (bleu Coupier, décoloré par l'hydrosulfite) les différentes préparations de chlorophylle où il s'agissait de constater une émission d'oxygène à la lumière. Or j'ai trouvé que ce réactif a par lui-même la propriété de bleuir, c'est-à-dire de donner la réaction de l'oxygène sous la seule influence lumineuse.

» Après avoir préparé avec ce liquide deux séries de tubes scellés, j'ai conservé l'une dans l'obscurité et j'ai exposé l'autre à la lumière; dans les tubes de la première série, le réactif est resté incolore, les autres ont bleui très sensiblement en quelques heures et sont devenus complètement bleus au bout de deux ou trois jours, comme s'ils avaient eu le contact de l'oxygène. J'ai quelques-uns de ces tubes restés à l'obscurité, et parfaitement incolores depuis plus de douze jours; mais, si l'on expose un de ces tubes à la lumière, il bleuit rapidement.

» Pour m'assurer que c'est bien là une action spécifique de la lumière sur le liquide, et non pas le résultat d'une différence de température entre les tubes insolés et les tubes restés dans l'obscurité, j'ai placé quelques-uns de ces tubes, aussitôt leur préparation, dans une étuve obscure chauffée à 50° : aucun ne s'est coloré, même au bout de sept ou huit jours.

» Ces expériences, répétées plusieurs fois, ont toujours donné le même résultat. Elles me paraissent démontrer que le réactif oxymétrique est par lui-même impressionnable à la lumière et qu'il y a lieu de tenir compte de cette propriété dans des expériences où il s'agirait de mettre en évidence une réaction photochimique accompagnée d'un dégagement d'oxygène. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la volatilité des nitriles oxygénés.* Note de M. **Louis Henry**, présentée par M. Ch. Friedel.

« J'ai déjà attiré l'attention des chimistes sur la volatilité des nitriles oxygénés (1).

(1) Voir *Comptes rendus*, t. C, p. 1075.

» Les études que je poursuis sur cet objet m'ont permis de constater deux cas d'isomérie remarquables : le premier concerne le *cyanocarbonate* ou *cyanoformiate d'éthyle* et *l'acétoxyacétonitrile;* le second, le *cyanoacétate d'éthyle* et l'*acétoxypropionitrile*.

» Tous ces composés sont aisés à obtenir et leur mode de formation, autant que leurs réactions chimiques, leur assignent une constitution bien certaine.

» A. Le *cyanoformiate d'éthyle* (¹) et l'*acétoxyacétonitrile* répondent l'un et l'autre à la formule moléculaire brute $C^4H^5AzO^2$, poids moléculaire, 99, ce qui répond à une densité de vapeur 3,42 (air 1).

	Densité trouvée.
Cyanoformiate d'éthylène	3,39
Acétoxyacétonitrile	3,37

Mais la constitution de ces deux corps est essentiellement différente sous certains rapports; les formules suivantes expriment cette différence :

Cyanoformiate d'éthyle	$AzC-CO-O-CH^2-CH^3$
Acétoxyacétonitrile	$AzC-CH^2-O-CO-CH^3$

Le premier est, par la chaîne CAz – CO, un dérivé *oxalique;* le second est un dérivé *acétique* et doublement acétique.

» Le *cyanoformiate d'éthyle,* composé déjà connu, résulte de la déshydratation de l'*oxaméthane* par l'anhydride phosphorique

$$\begin{array}{l} OC-OC^2H^5 \\ | \\ C-AzH^2 \end{array}, \qquad \begin{array}{l} OC-OC^2H^5 \\ | \\ CAz \end{array},$$

réaction très nette et d'un rendement avantageux.

» L'*acétoxyacétonitrile* résulte de l'action de l'acétonitrile monochloré $AzC-CH^2Cl$ sur l'acétate de potassium dans l'alcool.

» Les propriétés de ces deux corps diffèrent notablement.

» Le *cyanoformiate éthylique* est un liquide incolore, d'odeur prussique, bouillant à 115°-116°, d'une densité de 1,0139 à 13°,5, insoluble dans l'eau, se transformant par l'acide chlorhydrique concentré (²) en acide oxalique.

» L'*acétoxyacétonitrile* constitue un liquide incolore, d'odeur acétique, d'une saveur amère et douceâtre; il bout à 175° sous la pression de 767^mm; à 13°,5, sa densité est 1,1003. Il se dissout assez aisément dans

(¹) Cette dénomination, de même que celle de *cyanocarbonate,* pourrait être regardée comme vicieuse : ce composé est, en effet, un dérivé *oxalique*.

(²) WEDDIGE, *Journal für praktische Chemie,* t. X, p. 203.

l'eau; l'acide chlorhydrique concentré le transforme en acide acétique monochloré.

» B. Le *cyano-acétate d'éthyle* et l'*acétoxypropionitrile* répondent l'un et l'autre à la formule brute $C^5H^7AzO^2$, poids moléculaire 113, ce qui correspond à une densité de vapeur théorique de 3,9.

» La densité trouvée est :

Pour le cyano-acétate d'éthyle.........	3,85
Pour l'acétoxypropionitrile	3,75

» Les formules suivantes indiquent la différence de structure de ces deux composés :

Cyano-acétate éthylique........	$CAz-CH^2-CO-O-CH^2-CH^3$
Acétoxypropionitrile...........	$CAz-CH^2-CH^2-O-CO-CH^3$

» Le *cyano-acétate d'éthyle* résulte, comme l'on sait, de l'action du monochloracétate d'éthyle sur le cyanure de potassium. L'*acétoxypropionitrile* s'obtient aisément par la réaction du chlorure d'acétyle sur le nitrile lactique primaire $(HO)CH^2-CH^2-CAz$.

» Au point de vue chimique, les deux composés diffèrent notablement; avec l'acide chlorhydrique concentré, l'un fournit de l'acide *malonique* $CO(OH)-CH^2-CO(OH)$, l'autre de l'acide *chloropropionique primaire* $ClCH^2-CH^2-CO(OH)$; mais, à l'inverse des deux précédents, ils se rapprochent de très près au point de vue physique. L'un et l'autre constituent des liquides incolores, peu odorants, insolubles et plus denses que l'eau, bouillant sensiblement à la même température 205°-208°, sous la pression ordinaire; à peu près également denses, la densité du cyano-acétate éthylique est 1,0664 à 13°,5, et celle de l'acétoxypropionitrile est 1,0770 à la même température.

» Si l'on compare les formules des composés de ces deux groupes

$$(a)\quad \begin{cases} CAz-CO-O-CH^2-CH^3 \\ CAz-CH^2-O-CO-CH^3, \end{cases}$$

$$(b)\quad \begin{cases} CAz-CH^2-CO-O-CH^2-CH^3 \\ CAz-CH^2-CH^2-O-CO-CH^3, \end{cases}$$

on voit que la différence de structure est la même dans chacun d'eux; cette différence consiste dans le déplacement des systèmes $OC-O$ et H^2C-O vis-à-vis du chaînon *nitrile* $-CAz$.

» Dans le premier groupe, l'un des composés renferme le système $CAz-CO-$; aussi se fait-il remarquer par sa grande volatilité : le *cyanoformiate d'éthyle* $CAz-CO-O-CH^2-CH^3$ bout en effet à 115°, tandis que

son isomère l'*acétoxy-acétonitrile* $CAz-CH^2-O-CO-CH^3$, dans lequel les chaînons CAz et CO sont écartés l'un de l'autre, bout à 175°, par conséquent à 60° au delà. C'est là une différence de volatilité considérable; je ne crois pas qu'il existe un second exemple d'isomères renfermant des chaînes carbonées identiques et différant aussi notablement dans leurs points d'ébullition.

» Dans le second groupe, le chaînon nitrile −CAz est immédiatement uni à un chaînon $>CH^2$: aussi le déplacement du chaînon >CO dans la molécule vis-à-vis du système $CAz-CH^2$ n'a-t-il aucune influence appréciable sur la volatilité; le *cyano-acétate d'éthyle* et l'*acétoxypropionitrile* ont sensiblement le même point d'ébullition, 205°-208°.

» L'ensemble de ces quatre corps constitue deux groupes d'homologues :

a. — Éthers nitrilés.

	Ébullition.
$CAz-CO(OC^2H^5)$	115°
$CAz-CH^2-CO(OC^2H^5)$	208
Différence	+93

b. — Dérivés acétiques.

	Ébullition.
$CAz-CH^2(C^2H^3O^2)$	175°
$CAz-CH^2-CH^2(C^2H^3O^2)$	205-208°
Différence	30 environ.

» L'interposition d'un chaînon $>CH^2$ au milieu d'un système CAz-CO- élève le point d'ébullition de plus de 90°, fait véritablement extraordinaire; l'addition du chaînon $>CH^2$ au système $CAz-CH^2-$ ne détermine au contraire qu'une élévation de 30° dans le point d'ébullition, ce que l'on constate encore pour d'autres corps renfermant les chaînes C-C et C-C-C.

» Il résulte du rapprochement de ces faits, comme je l'ai déjà fait remarquer antérieurement :

» 1° Que le voisinage de l'oxygène et de l'azote, fixés l'un et l'autre totalement sur le carbone, et formant ensemble le système CAz-CO, détermine une volatilité spéciale dans les composés qui le renferment, et abaisse notablement le point d'ébullition;

» 2° Que cette influence volatilisant des chaînons CAz et >CO ne s'exerce que lorsqu'ils sont dans un étroit voisinage, c'est-à-dire alors qu'ils sont directement unis;

» 3° Que l'interposition d'un chaînon $>CH^2$ dans le système CAz-CO

suffit à faire cesser cette influence volatilisante et à ramener la volatilité dans les conditions ordinaires. »

ZOOLOGIE. — *Des glandes salivaires dans l'ordre des Coléoptères.* Note de M. J. Gazagnaire, présentée par M. Blanchard.

« Dans les Coléoptères, les glandes salivaires ont été signalées dans peu de familles et peu d'espèces, malgré les recherches patientes de Ramdohr, L. Dufour, Straus Durckheim, S. Sirodot, F. Leydig.

» Ce fait semblait contredire les notions anatomiques acquises sur ces organes dans l'ordre si naturel des Insectes. En découvrant dans l'œsophage et le jabot une couche glandulaire à laquelle il attribue avec raison la fonction des glandes salivaires absentes, S. Sirodot appuie l'hypothèse légitime d'une sécrétion salivaire dans l'ordre entier des Coléoptères.

» La dissection cependant constate chaque jour encore l'absence de tout organe salivaire dans la majorité des Coléoptères. Les *Carabidæ*, les *Dyticidæ*, par exemple, sont dans ce cas, et pourtant chez eux le professeur F. Plateau a observé dans le jabot un commencement de digestion très active. Ce fait important demeure sans explication, à moins qu'on n'attribue une action salivaire aux glandes unicellulaires que j'ai signalées aux *Comptes rendus* du 15 mars 1886, dans la cavité buccale des Coléoptères en général, des *Carabidæ* et des *Dyticidæ* en particulier.

» Ces glandes, semblables aux cellules des glandes salivaires des Insectes, aux cellules de la couche de S. Sirodot, lubrifient les poils gustatifs que j'ai localisés sur le plafond de la chambre buccale et agissent probablement sur les aliments, dès leur entrée dans le tube digestif (1).

» Un fait assez démonstratif, dont la connaissance est due à l'induction que légitiment les lois biologiques, est fourni par les *Hydrophilidæ*, le régime essentiellement herbivore de cette famille exigeant une sécrétion salivaire très abondante. La couche de S. Sirodot existe pourtant : la sécrétion qu'elle fournit est insuffisante puisque les glandes buccales prennent un développement remarquable dans cette famille, excellente pour l'étude.

---

(1) M. F. Plateau a trouvé que les réactions du liquide du jabot (*Dyticus*) ne sont pas celles de la salive des Insectes. La deuxième paire de glandes buccales de la Chenille du *Cossus ligniperda* lui a fourni aussi des réactions différentes. Pourquoi donc, adoptant l'opinion de H. Meckel, considère-t-il ces glandes comme des glandes salivaires?

La comparaison de quelques genres, de quelques espèces, non seulement semble autoriser la détermination physiologique de la glande, mais encore dévoile, pour ainsi dire, les différents stades de son développement.

» La glande est d'abord une cellule dont le conduit excréteur assez long s'ouvre dans la bouche. Correspondant à autant de cellules, on constate des groupements de deux, trois, quatre, cinq conduits dont les orifices excréteurs sont contigus.

» Plus ou moins nombreuses selon les familles et les conditions biologiques, ces glandes unicellulaires se rencontrent dans l'ordre entier des Coléoptères.

» Bientôt les conduits formant de véritables faisceaux groupent leurs orifices excréteurs sur de petites surfaces bombées, de forme circulaire ou ovalaire, offrant l'aspect de cribles. Quelquefois, disposition originale, le crible est coiffé d'un entonnoir hyalin dont le goulot déverse la salive à petit jet, *Hydrophilus piceus* L., face ventrale du labre.

» Sur le fond brun ou noir des mandibules et des mâchoires (faces buccales) se détachent des espaces clairs de forme variable; fenêtres entaillées à l'emporte-pièce que ferment des membranes transparentes, hyalines. Les champs d'impression des cellules ectodermiques divisent ces membranes en polygones assez réguliers, qui se présentent comme autant de cribles par où s'écoule la sécrétion des glandes unicellulaires, *Hydrocharis flavipes*, Ster.

» Que le crible, au lieu de faire saillie, s'enfonce, nous aurons une disposition en verre de montre, premier pas vers la formation de l'intima en tube, *Hydrocharis flavipes*, Ster. Que le verre de montre, gagnant en profondeur, s'allonge dans le sens transversal, nous aurons une disposition en godet allongé, comme il en existe deux sur la face ventrale du labre de l'*Hydrocharis caraboïdes* Lin.; que le godet s'étrangle vers le milieu de son fond et que les deux culs-de-sac latéraux se prolongent, nous nous trouverons en présence d'un début de bifurcation, *Hydrobius fuscipes*, Lin.; que les étranglements soient plus nombreux, nous aurons des formations tubulaires tri-quatri-furquées; que les tubes émettent quelques prolongements latéraux, et nous aurons assisté à tous les passages vers la forme la plus compliquée, qui s'observe chez l'*Hydrophilus piceus* Lin.

» L'intima disposé en verre de montre, en godet, en tube simple ou ramifié, est toujours criblé d'orifices, chacun étant en rapport avec le conduit excréteur d'une cellule glandulaire. Les cellules se montrent dans un rapport d'autant plus étroit avec l'intima que la formation en tube s'accentue.

» En rapport avec les cribles, elles sont munies d'un très long conduit excréteur et se trouvent isolées dans la cavité générale. En rapport avec les godets, elles se groupent autour du centre de prolifération ectodermique, leur conduit excréteur diminuant de longueur. Le contact est direct quand le godet est devenu un tube. Toutes les cellules se tassent autour de lui, l'entourent comme un manchon que protège alors un sac d'enveloppe et déversent leur sécrétion par un conduit chitineux très court. C'est la constitution de la glande en tube, telle qu'on la constate dans les cinq à sept glandes légèrement ramifiées que j'ai découvertes de chaque côté de la ligne médiane entre les deux parois du labre chez l'*Hydrophilus piceus* Lin. Ces glandes en tube déversent la salive par autant d'orifices visibles sur la face ventrale du labre, en arrière des poils tactiles de son bord antérieur, en avant et en dehors des poils gustatifs.

» Des faits énoncés je puis conclure :

» 1° Que des glandes salivaires développées, en rapport avec le régime, sont répandues dans l'ordre entier des Coléoptères, hypothèse jusqu'à ce jour (J. Gazagnaire);

» 2° Que ces glandes sont tantôt des organes en tube simple ou ramifié en rapport avec l'œsophage, cas le moins fréquent (Auteurs); tantôt représentées par une couche glandulaire située dans l'œsophage et dans le jabot (Sirodot);

» 3° Que, dans les autres cas, de beaucoup les plus nombreux, la couche œsophagienne existant ou n'existant pas, une sécrétion buccale est fournie par des cellules glandulaires à conduit chitineux s'ouvrant séparément ou groupés en faisceau dans toute la cavité buccale. Ces cellules et leurs conduits excréteurs, dans la famille des *Hydrophilidæ* et peut-être dans d'autres familles herbivores, deviennent des organes différenciés débouchant presque toujours sur le bord antérieur de la face ventrale du labre; des organes de même nature peuvent, simultanément ou non, déboucher sur les faces buccales des mandibules et des mâchoires, et sur la paroi dorsale de la lèvre inférieure (J. Gazagnaire) (1). »

---

(1) Dans bien des cas l'action digestive de ces glandes pourra être contestée. Peut-être alors, détournées de leur véritable fonction, ne déverseraient-elles plus qu'un liquide de lubrification dans la cavité buccale? Quoi qu'il en soit, le siège de ces glandes, leur constitution dans certaines espèces m'autorisent à les considérer comme des glandes salivaires ou comme leurs homologues.

ZOOLOGIE. — *Sur le mode de formation des chromatophores chez les Céphalopodes.* Note de M. C. **Phisalix**, transmise par M. de Lacaze-Duthiers.

« Les récents travaux de MM. R. Blanchard et P. Girod sur les chromatophores des Céphalopodes ont définitivement établi la nature conjonctive des prolongements fibrillaires qui les entourent.

» En l'absence de muscles s'insérant directement sur eux, il fallait donc localiser ailleurs la cause des mouvements d'expansion, et c'est ainsi qu'a été émise l'hypothèse que le chromatophore est une cellule pigmentaire à mouvements amiboïdes. Cependant les expériences si précises de MM. Bert, Pelvet et Frederick concluent à l'intervention directe de l'action musculaire dans ces mouvements. Les recherches que j'ai entreprises à Roscoff sur la *Sepiola Rondeletii* et la *Sepia officin.*, ainsi que sur les Élédones reçues de Banyuls, m'ont amené à considérer le chromatophore comme une vacuole remplie de cellules ayant subi la dégénérescence pigmentaire, vacuole dont les mouvements d'expansion dépendent exclusivement de la contraction des muscles de la peau.

» Si, après avoir traité, par des réactifs appropriés, une Sépiole encore jeune, on détache de sa peau un lambeau de la couche des chromatophores et qu'on l'étale sur une lame de verre pour l'examiner au microscope, on trouve, au milieu des chromatophores complètement développés, une grande quantité de petites masses dont la couleur varie du jaune léger au brun foncé et dont l'aspect général ne diffère en rien de celui des chromatophores adultes : ce sont des chromatophores en voie de formation. Au milieu d'une de ces taches apparaît une grande vésicule, arrondie et claire, dont le noyau, refoulé à la périphérie, a l'aspect d'un chaton de bague. On croirait une cellule adipeuse, avec cette différence que les caractères optiques sont inverses et que l'on a affaire à une cavité. Dans cette cavité s'accumulent des granulations réfringentes et jaunâtres qui deviendront de plus en plus foncées. Autour de ce premier amas pigmentaire et à son équateur, les cellules environnantes sont généralement disposées de la façon suivante : leurs noyaux, allongés dans le sens du rayon, forment une couronne irrégulière; tantôt ils se touchent par leurs bords, tantôt ils sont séparés par des distances variables. Par ses prolongements internes, le protoplasma de ces cellules équatoriales enveloppe la vésicule

initiale et, par ses prolongements externes, il se continue avec le protoplasma des cellules voisines, dont les noyaux sont généralement bosselés ou repliés sur eux-mêmes. Pour être exact, disons, dès maintenant, que, cette vésicule s'étant formée dans une cellule du réseau préexistant, le protoplasma qui la limite reste en continuité avec celui des cellules périphériques.

» Bientôt ce cercle de cellules se différencie : tout autour du noyau, il se forme un espace vide; le protoplasma se creuse également de nombreuses vacuoles dont quelques-unes prennent un accroissement plus considérable et viennent s'ajouter à la vésicule initiale. Les vacuoles situées en dehors du noyau par rapport au centre du chromatophore sont plus grandes, elliptiques et orientées, de telle façon que les prolongements protoplasmiques affectent une disposition rayonnée. Le noyau lui-même ne tarde pas à se creuser d'une cavité dans laquelle sont suspendues des granulations très réfringentes; enfin il perd son affinité pour les matières colorantes et n'est plus reconnaissable qu'à sa forme et à ses dimensions. Pendant que s'effectuent ces transformations, un nouveau cercle de cellules se dispose autour de la masse ainsi constituée et subit la même évolution. Il en est ainsi jusqu'à la constitution définitive du chromatophore. A ce moment, les prolongements rayonnés des cellules équatoriales subissent une modification. Leur zone périphérique se différencie en une membrane hyaline, homogène, sur laquelle apparaissent des fibrilles conjonctives qui, au niveau de la masse du chromatophore, se dissocient pour l'envelopper à la manière d'un cône creux. Ce cône communique par son sommet avec un réseau de cellules conjonctives spéciales, où se fait une élaboration constante de granules pigmentaires. Aussi la cavité de ce cône est-elle souvent remplie de granulations arrondies très réfringentes. A sa base et appliqué contre la paroi, on trouve souvent un noyau tantôt unique, tantôt divisé en trois ou quatre noyaux plus petits correspondant aux fibrilles conjonctives. Ces noyaux offrent les mêmes phénomènes de dégénérescence que ceux signalés plus haut, ce qui explique leur absence dans un certain nombre de prolongements radiaires.

» Les parois du cône restent membraneuses chez la Seiche et l'Elédone, et l'absence de fibrilles lui enlève l'apparence même d'une structure musculaire.

» Dans les vacuoles centrales du chromatophore s'accumulent les granulations élaborées par le protoplasma des cellules primitives. Dans les vacuoles périphériques, au contraire, on ne trouve qu'un très petit nombre

de granulations, et, quand l'évolution du chromatophore a cessé, ces vacuoles périphériques forment par leur réunion un espace cloisonné à noyaux peu abondants dans lequel la tache pigmentaire peut se mouvoir. En résumé, le chromatophore est une formation complexe dont les éléments principaux sont dus à des cellules transformées. Tout se passe comme si l'on avait affaire à des cellules amiboïdes s'accumulant dans une lacune du tissu conjonctif où elles meurent après avoir subi une dégénérescence pigmentaire. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'empoisonnement par quelques espèces de Cytises*. Note de M. **Ch. Cornevin**, présentée par M. E. Cosson.

« Malgré plusieurs travaux importants provoqués par la fréquence et la gravité des cas d'empoisonnement par les Cytises, il y a encore de nombreuses lacunes dans l'histoire des accidents causés par ces végétaux, les plus dangereux de notre flore. J'ai tâché d'en combler quelques-unes, et cette étude forme l'objet d'un Mémoire dont voici le résumé :

» I. Sur dix espèces de *Cytisus* que j'ai pu recueillir pour en étudier les propriétés et différencier les vénéneuses des inoffensives, deux se sont montrées dépourvues de propriétés nuisibles, *C. sessilifolius* et *C. capitatus;* deux en possèdent à un faible degré, *C. nigricans* et *C. supinus;* six sont extrêmement vénéneuses, *C. Laburnum*, *C. alpinus*, *C. purpureus*, *C. Weldeni*, *C. biflorus* et *C. elongatus*.

» Le principe toxique a été trouvé dans toutes les parties du végétal, bois, écorce, bourgeons, feuilles, fleurs, gousses et graines, mais sa répartition est inégale : l'écorce, particulièrement celle de la racine, les fleurs et les graines sont les parties qui en renferment le plus. Dans les feuilles et les gousses, il y a des déplacements de la matière vénéneuse qui les abandonne peu à peu pour se concentrer dans la graine au fur et à mesure de sa formation et de sa maturation. Les feuilles du mois de mai en contiennent six fois plus que celles du mois de juillet et dix fois plus que celles du mois d'octobre. La jeune gousse, encore verte, est extrêmement vénéneuse, tandis qu'à l'automne, alors qu'elle est noirâtre, racornie, elle ne renferme plus que des traces de poison. Je me suis assuré que la dessiccation d'une partie, feuille, écorce, etc., n'atténue point son action toxique.

» II. L'homme et tous les animaux domestiques sont sensibles à l'action des Cytises vénéneux, mais ces derniers le sont dans des proportions très inégales.

» Si l'on s'adresse à la voie digestive, on arrive difficilement à déterminer la mort

chez les sujets qui vomissent, car ils rejettent le poison peu de temps après son ingestion; c'est ce que l'on observe sur le chien, le chat, le pigeon et le canard. Par contre, le cheval, l'âne et le coq, qui ne peuvent vomir, sont tués rapidement. Bien qu'incapables aussi de vomir, les ruminants et les rongeurs n'ont pu être empoisonnés mortellement par le tube digestif.

» Si l'on a recours aux voies intra-veineuse ou hypodermique, pour l'introduction dans l'organisme de l'extrait aqueux ou alcoolique de Cytise, on ne trouve plus d'espèces échappant à la mort. En prenant la graine de Cytise comme type, le tableau suivant indique ce qu'il en faut pour fournir une quantité d'extrait aqueux suffisante pour tuer 1^{kg} de poids vif, par injection hypodermique :

	gr
Cheval................	0,80
Ane..................	0,60
Chat..................	1,25
Chien.................	2
Mouton et chèvre.......	6
Lapin.................	6
Cobaye................	3,50
Rat blanc.............	2,75
Poule et canard........	3
Pigeon................	4

» Quoique les poissons soient loin d'être réfractaires à l'action de l'extrait de Cytise injecté par voie hypodermique, j'ai pu les conserver dans des aquariums contenant jusqu'à 60^{gr} par litre d'eau de cet extrait, sans qu'ils aient paru en souffrir.

» III. La symptomatologie a été étudiée d'une façon spéciale à l'aide des appareils enregistreurs du laboratoire de M. Chauveau. Il a été constaté que, à très petite dose, l'extrait de Cytise est un excitant; si on l'augmente un peu, à la période d'excitation succède une phase de coma avec nausées et vomissements. A dose moyenne, la période d'excitation est à peine appréciable : on constate presque de suite des nausées, du coma, avec ralentissement de la fonction respiratoire et abaissement de la température centrale, puis de la titubation et de l'incoordination des mouvements. Enfin, si la dose a été suffisante pour tuer le sujet d'expérience, à la période de coma et d'incoordination motrice succèdent des convulsions, des mouvements choréiques, des crampes avec sueurs extrêmement abondantes chez les Équidés, et la température centrale se relève. La mort arrive par arrêt de la respiration d'abord, puis du cœur; immédiatement après ce dénouement, la température s'élève de quelques dixièmes de degré, pour baisser rapidement ensuite.

» IV. Il a été dit que les rongeurs n'avaient pu être empoisonnés par la

voie digestive, quelque massive que fût la dose qu'ils aient ingérée, ce qui se voit d'ailleurs pour d'autres poisons. On a recherché attentivement la cause de cette immunité; elle réside dans l'activité de la fonction urinaire, qui soustrait le poison de l'organisme au fur et à mesure de sa production et l'accumule dans la vessie. L'expérience suivante l'établit nettement :

» Un lapin est tué vingt heures après avoir ingéré 30gr de graines de Cytise concassées, quantité relativement considérable et qui n'a produit sur lui aucun effet appréciable. La cavité abdominale est rapidement ouverte, la vessie enlevée et l'urine immédiatement jetée sur un filtre. Le contenu de l'estomac, de l'intestin grêle et du cæcum, où l'on reconnaît encore les débris de graines de Cytise, est également recueilli, soumis à l'action de la presse et le liquide exprimé est aussi filtré. Les produits ainsi préparés sont injectés par la voie sous-cutanée à deux chats laissés depuis la veille à jeun, afin d'en exalter la sensibilité. Celui qui reçut le liquide exprimé du contenu de l'estomac et de l'intestin ne présenta pas le moindre signe de malaise. L'autre, à qui fut injectée l'urine, offrit dix minutes après l'injection les symptômes caractéristiques de l'empoisonnement par le Cytise.

» Chez les animaux doués d'une grande réceptivité, ou chez ceux qui ont reçu par les voies intra-veineuse ou hypodermique une forte quantité d'extrait de Cytise, qui n'a pu être éliminée par les reins assez rapidement pour que l'empoisonnement ne se produise pas, le principe toxique se localise sur les centres nerveux et spécialement sur le bulbe. En effet, l'ingestion du sang et des masses musculaires provenant de sujets empoisonnés expérimentalement ne provoqua aucun symptôme sur des animaux qu'on avait laissés intentionnellement à une diète prolongée avant de leur donner ces débris, tandis que celle de la masse encéphalique amena immédiatement des nausées et tout le cortège des signes indiqués plus haut. Les toxicologistes devront donc chercher, lors des expertises médico-légales, le poison dans les centres nerveux.

» V. De l'étude expérimentale qui vient d'être faite, se dégagent les indications suivantes, dont la pratique médicale pourra bénéficier. Tant que la symptomatologie des sujets empoisonnés par le Cytise ne comprend que les deux phases excitation et nausées, coma et incoordination des mouvements, une issue fatale n'est pas à redouter. Le danger n'est sérieux et le pronostic fâcheux que lorsqu'il y a convulsisme, mais, dans ce cas, il n'y a pas de temps à perdre et il faut agir vigoureusement, sinon le dénouement sera fatal. Favoriser le rejet du poison en aidant aux vomissements qui d'habitude arrivent d'eux-mêmes et activer en même temps le plus énergiquement qu'il sera possible la diurèse pour éliminer celui qui a déjà pénétré dans l'organisme, voilà quel doit être l'objectif du médecin. »

GÉOLOGIE. — *Sur les formations paléozoïques de Neffiez-Cabrières (Hérault).* Note de M. de **Rouville**, présentée par M. Hébert.

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie le résultat de longues recherches stratigraphiques que je poursuis dans le département de l'Hérault, et qui intéressent particulièrement les formations paléozoïques.

» Ces recherches, inaugurées dans la région Neffiez-Cabrières par Graft et Fournet, ont abouti, après de longues années, à une séparation plus nette des assises et à la récolte de nombreux fossiles correspondant à chacune d'elles.

» MM. de Koninck, von Koenen, Barrois, de Tromelin, Zeiller ont bien voulu examiner les diverses faunes ou flores que je leur ai soumises, et c'est avec leur aide que j'ai pu dresser la liste suivante des horizons qu'une surface très restreinte du département de l'Hérault offre à l'observation :

» Schistes d'Autun.
» Zone houillère des Cévennes.
» Assise de Visé.
» Culm du Nassau.
» Schistes de Matagne.
» *Flinz* et couches à goniatites de la région rhénane.
» Zone à *Spirifer cultrijugatus.*
» Calcaire ampéliteux de Feuguerolles et de Saint-Sauveur.
» Grès de May.
» Schistes à Calymènes.
» Grès armoricain.

» Je mets en ce moment la dernière main à la monographie de cette région de l'Hérault, que Murchison qualifiait en 1854 de la manière suivante : « très singulier petit oasis qui n'a pas un mille anglais de long ». Je répète « très singulier », aussi bien sous le rapport des conditions pétrographiques et des allures stratigraphiques que sous celui de la richesse vraiment exceptionnelle en organismes fossiles. »

M. **Daubrée** fait hommage à l'Académie, au nom de M. *Dokoutschaeff*, Professeur à l'Université de Saint-Pétersbourg, des huit Volumes de la « Description géologique et agricole de la province de Nijni-Novgorod », formant la suite du premier Volume qui a été présenté il y a quelques se-

maines (¹). Cette étude attentive des faits géologiques et chimiques, dans leurs relations avec l'Agronomie, fait honneur à M. Dokoutschaeff et à ses collaborateurs, en même temps qu'à l'assemblée provinciale qui a provoqué ce travail considérable. L'Ouvrage se poursuit; chaque district sera l'objet d'un Volume.

M. **Boudet de Pâris**, à propos de la Note de M. *Tommasi*, insérée au compte rendu de la dernière séance (p. 677), sous le titre : « De l'effluvographie ou obtention de l'image par l'effluve », informe l'Académie que ces mêmes résultats ont été présentés par lui-même, le 3 mars, dans la séance publique de la Société internationale des électriciens. Le texte de cette Communication a été publié *in extenso*, et avec reproduction des clichés, dans le journal *la Lumière électrique* (numéro du 20 mars).

M. **Villon** adresse, de Lyon, une Note sur la composition et la formule de quatre espèces de tannins.

M. **Ch. Degagny** adresse une nouvelle Note d'Histologie végétale, intitulée : « Formation des cellules; division des noyaux. Réaction nouvelle des éléments du tonneau ».

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 22 mars 1886.

Les météorites et la constitution du globe terrestre; par M. A. Daubrée. Paris, Gauthier-Villars, 1886; in-8°.

Notice sur la vie et les travaux de Charles-Adolphe Wurtz; par M. Friedel. Paris, G. Masson, 1885; in-8°, avec portrait.

Mémoires de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse; t. VII, 1er et 2e semestres. Toulouse, impr. Douladoure-Privat, 1885; 2 vol. in-8°.

(¹) *Comptes rendus*, séance du 8 février, p. 332.

GUSTAVE RICHARD. *La chaudière locomotive et son outillage.* Paris, Vve Ch. Dunod, 1886; 1 vol. in-4°, avec atlas. (Présenté par M. Haton de la Goupillière.)

L'Œuvre de Jean-Baptiste Dumas; par ERNEST MAINDRON, avec une Introduction par M. SCHUTZENBERGER. Paris, G. Masson, 1886; in-8°, avec portrait. (Présenté par M. Friedel.)

Catalogue des algues marines du nord de la France; par F. DEBRAY. Amiens, typogr. Delattre-Lenoel, 1885; br. in-8°. (Renvoi au concours La Fons-Mélicocq.)

Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et documents. Personnel. Table générale, 1885. Paris, Vve Ch. Dunod, 1886; in-8°.

Le feu souterrain; par A. GUILLEMIN. Paris, Hachette et Cie, 1886; in-12. (Deux exemplaires.)

Année 1885. *Bulletin de la Commission centrale de Météorologie du Cher; par* H. DUCHAUSSOY. Bourges, impr. H. Senen, 1886; in-8°.

Illustrationes florae insularum Maris Pacifici, auctore E. DRAKE DEL CASTILLO; fasciculus primus, Tabulae I-X. Parisiis, G. Masson, 1886; in-4°. (Présenté par M. Duchartre.)

Report of the meteorological observations in the empire of Japan; January-December 1883. Published by J.-M. Observatory, Tokio; 12 livr. gr. in-8°.

Memoirs of the american Academy of Arts and Science; vol. XI, Part III, n°s II-III. Cambridge, J. Wilson, 1885; in-4°.

Proceedings of the American Academy of Arts and Science; new series, vol. XIII; whole series, vol. XXI, Part I. Boston, J. Wilson, 1885; in-8°.

Department of the Interior : U. S. national Museum. Bulletin of the United States national Museum; n° 23. Washington, Government printing office, 1885; in-8°.

Department of the interior. United States geological Survey, J.-W. POWELL, *director. Mineral resources of the United States. Calendar* 1883 *and* 1884. Washington, Government printing office, 1885; in-8°, relié.

Annual report of the chief signal officer of the Army to the secretary of War for the year 1884. Washington, Government printing office, 1884; in-8° relié.

Annual Report of the Comptroller of the Currency to the first session of the forty-ninth congress of the United States; december I, 1885. Washington, Government printing office, 1885; in-8° relié.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 AVRIL 1886.

PRÉSIDENCE DE M. JURIEN DE LA GRAVIÈRE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique, des Beaux-Arts et des Cultes** adresse l'ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection, faite par l'Académie, de M. *Vulpian*, pour remplir la place de Secrétaire perpétuel, devenue vacante par le décès de M. Jamin.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Vulpian** prend place au Bureau.

M. le **Secrétaire perpétuel** informe l'Académie de la perte douloureuse qu'elle a faite dans la personne de M. *Alexandre Lallemand*, Correspondant pour la Section de Physique, décédé à Poitiers le 16 mars 1886.

Notice sur M. A. Lallemand; par M. **Mascart.**

« L'Académie a perdu dans la personne de *M. Lallemand*, Correspondant de la Section de Physique, un des doyens de la Science française.

» Dès l'année 1848, M. Lallemand a fait paraître un travail important, dans lequel il a démontré par des expériences ingénieuses que les actions électrodynamiques des courants induits obéissent aux lois établies par Ampère pour les courants permanents. Deux circuits, parcourus par les courants alternatifs d'une machine de Clarke, s'attirent ou se repoussent suivant que les courants sont de même sens ou de sens contraires; il en est de même pour les décharges, inverse et directe, provoquées dans un circuit, quand on produit par une roue dentée une série d'interruptions dans le circuit inducteur. L'emploi de deux roues dentées, l'une sur le circuit principal et l'autre sur un circuit induit de premier ordre, met en évidence les mêmes actions mutuelles entre les courants induits de second ordre, que les décharges induites de premier ordre provoquent dans un troisième circuit. Enfin l'action du courant inducteur sur les décharges induites et celle de ces dernières sur les décharges de second ordre suivent les mêmes lois.

» Pour rendre pleine justice à ces expériences, il est nécessaire de se reporter à l'époque où elles ont été publiées, c'est-à-dire peu de temps après les premières recherches de M. W. Weber et l'année même où a paru le célèbre Mémoire de M. Helmholtz sur la conservation de la force.

» M. Lallemand a imaginé à cette occasion une balance électrodynamique dans laquelle il mesurait, par le couple d'un fil de torsion, l'action réciproque de deux spirales plates, l'une fixe et l'autre mobile. Un appareil tout à fait analogue a été, bien longtemps après, utilisé par Maxwell pour établir la relation si importante qui existe entre les unités électrostatiques et les unités électromagnétiques.

» Dans des recherches ultérieures, M. Lallemand est revenu sur ces premières études et a déterminé les décharges induites par des mesures numériques. Il a reconnu que certaines actions qu'il avait observées, et qui paraissaient contradictoires avec les principes de l'induction, s'expliquent simplement par la durée inégale des décharges induites, directe et inverse, provoquées par l'interruption ou le rétablissement du courant inducteur. Enfin il a vérifié directement que, toutes choses égales, la décharge induite

est proportionnelle à l'intensité du courant inducteur et à la conductibilité du circuit dans lequel elle se propage.

» Ce genre de recherches ne faisait pas prévoir chez M. Lallemand une aptitude particulière pour les études de Chimie organique. Dans un travail très étendu sur l'essence de thym, il a découvert un camphre nouveau, auquel il a donné le nom de *thymol* et qui répond à la formule $C^{24}H^{14}O^2$.

» Il en a déduit un acide sulfothymique et des sulfothymates, un acide sulfacétothymique et les sels correspondants, des dérivés nitrés et chlorés par substitution, un carbure d'hydrogène, le thymène $C^{20}H^{16}$, et une série de composés dont il a montré l'analogie avec d'autres séries homologues déjà connues. Je n'aurais pas la compétence nécessaire pour l'apprécier au point de vue chimique, mais je signalerai dans ce Mémoire une expérience dont l'auteur n'a pas eu la fortune de saisir toute la portée : « Le thymol, dit-il, » entre en fusion à 44° et donne naissance à un liquide incolore. Il peut » conserver pendant longtemps cet état à la température ordinaire, sur- » tout quand il est impur. Mais on détermine aisément sa solidification en » projetant quelques parcelles de camphre solide. » Cette observation est restée inaperçue; on sait maintenant, surtout par les travaux de M. Gernez, comment elle se rattache aux propriétés des liquides surfondus et des solutions sursaturées.

» Entrant de nouveau dans un ordre d'idées tout différent, M. Lallemand a poursuivi pendant plusieurs années des recherches du plus grand intérêt sur l'illumination des corps transparents.

» Lorsqu'un faisceau de lumière traverse, par exemple, de l'eau pure et privée autant que possible de toute matière en suspension, son passage se manifeste par une traînée brillante analogue à celle d'un rayon de soleil dans l'air chargé de poussières. Vue dans une direction perpendiculaire au faisceau, la traînée se montre absolument polarisée dans un plan qui passe par le faisceau et par la direction de la lumière diffusée. Si le faisceau primitif est lui-même polarisé, la lumière diffusée dans un azimut perpendiculaire au plan de polarisation est nulle pour une direction normale, et son intensité va en croissant à mesure qu'on se rapproche du faisceau dans le sens ou en sens contraire de la propagation. Il résulte même de mesures exactes que cette intensité est proportionnelle au sinus carré de l'angle que fait le rayon diffusé avec la normale au faisceau.

» Si l'on admet que la diffusion observée tienne uniquement à des changements de phase qui se produisent d'une manière irrégulière en certains points du milieu, dont l'homogénéité n'est pas absolue, les phénomènes

observés par M. Lallemand sont une conséquence directe de l'hypothèse de Fresnel sur la direction des vibrations lumineuses; dans tous les cas, ils ajoutent une probabilité de plus à toutes celles que l'on connaît déjà pour considérer les vibrations comme perpendiculaires au plan de polarisation.

» Ces recherches ont été étendues à un grand nombre de milieux transparents, liquides ou solides, capables ou non de produire des effets de fluorescence. Le sel gemme, le spath d'Islande et surtout le quartz hyalin ne s'illuminent pas d'une manière sensible par diffusion; mais les corps doués du pouvoir rotatoire donnent lieu à des phénomènes remarquables.

» Si le faisceau primitivement polarisé traverse d'abord une lame de quartz perpendiculaire à l'axe avant de pénétrer dans le milieu, la traînée lumineuse prend les plus vives couleurs, parce que les différents rayons qui la constituent ne sont plus polarisés dans le même plan et se diffusent en proportions inégales dans une même direction. Enfin, lorsque le milieu qui s'illumine est doué lui-même du pouvoir rotatoire, comme une dissolution de sucre dans l'eau, l'expérience est une des plus brillantes que l'on puisse réaliser. La couleur du faisceau est variable d'un point à l'autre et elle change avec l'azimut dans lequel on l'observe. En suivant à l'œil autour du faisceau les directions normales qui donnent une même teinte, on décrit une hélice qui figure la rotation progressive du plan de polarisation, et le pouvoir rotatoire se trouve pour ainsi dire matérialisé.

» L'ensemble de ces travaux si divers assure donc au nom de M. Lallemand un rang des plus honorables dans l'histoire de la Science.

» Né à Toulouse le 25 décembre 1816, M. Lallemand est entré à l'École Normale en 1836; il fut d'abord professeur de Physique à Grenoble, à Nîmes, à Limoges et au lycée de Rennes, puis dans les Facultés des Sciences de Rennes et de Montpellier et enfin à la Faculté de Poitiers, dont il était doyen depuis plusieurs années. Dans les différentes fonctions qu'il a remplies, il a laissé le souvenir d'un professeur émérite et d'un homme de bien. Il s'est éteint à Poitiers, en quelques jours, au milieu de la sympathie générale et emportant les regrets de tous ceux qui l'ont connu. »

GÉODÉSIE. — *Sur la constitution de la croûte terrestre; conclusion;* par M. H. FAYE.

« Quoique le problème des forces géologiques qui ont façonné notre globe soit au fond assez simple, il ne suffit pas, pour le résoudre, de consi-

dérer les révolutions géologiques dont notre globe a été le théâtre. La Terre n'est pas le seul globe qui se refroidisse, et dont la surface ait été remaniée dans la suite des temps. La question est tout aussi bien astronomique que géologique. J'ajoute que la Géodésie a le droit d'intervenir, puisque c'est elle qui assigne la figure réelle de la Terre avec une autorité supérieure à toutes les divagations des hypothèses. Cependant les faits purement géologiques seront toujours les plus décisifs, et sous ce rapport il me reste quelque chose à ajouter à ma Note du 22 mars dernier. J'ai montré dans cette Note que la Terre est soumise à un mode particulier de refroidissement qui tend à exagérer l'épaisseur de la croûte sous-marine, en sorte que la croûte continentale, plus mince, est forcée de se bomber progressivement à mesure que la région opposée s'affaisse avec une lenteur extrême. Je me borne à ces termes généraux : ces soulèvements se compliquent de mouvements de bascule autour d'anciennes lignes de fracture qui jouent un grand rôle dans ces phénomènes et qui ne peuvent être étudiés que par un géologue. Mais, en restant dans l'énoncé précédent, il me faut encore faire voir qu'il est d'accord, d'une manière générale, avec les mouvements séculaires qui se produisent sous nos yeux dans l'écorce solide du globe.

» Ces mouvements ont été étudiés par un géologue italien, M. Issel, qui a réuni et groupé tous les documents existants dans un livre intitulé *Le oscillazioni lente del suolo*, dont notre éminent confrère M. Daubrée a fait ici l'éloge il y a deux ans. Je mets sous les yeux de l'Académie la mappemonde où l'auteur a consigné tous ces faits et la conclusion qu'il tire de leur ensemble (p. 365) :

» *Dans les grands massifs continentaux, les mouvements de bas en haut semblent prévaloir; le contraire a lieu dans les grands bassins océaniques.*

» La forme réservée de la conclusion tient à ce que les documents sont relativement récents : il n'y a pas bien longtemps qu'on étudie ces mouvements contemporains du sol et du niveau des mers; mais, s'il est vrai de dire que les mouvements actuels sont la continuation des états antérieurs, il est tout naturel de voir se poursuivre sous nos yeux l'émersion des continents que j'ai attribuée à une cause encore subsistante, à savoir l'inégal refroidissement auquel la Terre est soumise depuis que les mers existent à sa surface.

» La cause première des révolutions géologiques a été signalée, avec une netteté parfaite, par M. Élie de Beaumont, lorsque ce grand géologue l'a rattachée au refroidissement progressif du globe terrestre. Il y a seule-

ment, dans cette idée fondamentale telle qu'elle a été présentée, quelque chose d'oublié et d'incomplet qui devait conduire à un échec. On a cru que le refroidissement supposé uniforme du globe terrestre suffisait à tout expliquer, et que la nécessité où se trouvait l'écorce plus ou moins complètement solidifiée de s'adapter à un noyau liquide sans cesse contracté serait capable, à elle seule, de rendre compte des révolutions géologiques. Mais les forces ainsi développées se réduisent à des actions verticales, à des pressions de haut en bas; elles mettent en jeu la plasticité de l'écorce terrestre, ses lacunes, ses fendillements multiples; elles la plissent imperceptiblement par endroits et y produisent partout des compressions latérales, des refoulements à peine sensibles, qui n'ont rien de commun avec les effets observés (¹). Ces compressions, qui peuvent être considérées comme s'opérant sur chaque mètre carré de superficie, ne sauraient soulever des continents, faire surgir des chaînes de montagnes et déprimer les bassins des mers, en introduisant une vaste dissymétrie dans les phénomènes géologiques.

» C'est ce dont les géologues actuels ont fini par s'apercevoir. Choqués de la régularité dodécaédrique à laquelle aboutissent les beaux travaux d'Élie de Beaumont, dont la plus grande part sera certainement utilisée dans l'avenir, quelques-uns d'entre eux ont cherché à se rapprocher de la réalité tout en conservant l'hypothèse.

» Mais l'hypothèse ne pouvant aboutir qu'à une forme symétrique, ils ont eu recours à une forme qu'Élie de Beaumont avait repoussée avec cette droite raison dont il ne s'est jamais écarté, la symétrie tétraédrique : en d'autres termes, on en est venu à soutenir que la Terre, en se refroidissant, tend vers la figure d'une pyramide triangulaire tournant autour d'un de ses axes. Et comme la pyramide elle-même est encore trop régulière, on a supposé qu'elle a subi une torsion considérable autour de cet axe.

» Or cette hypothèse nouvelle, même avec ce singulier correctif, ne répond pas aux plus simples délinéaments d'une mappemonde. Il faudrait au moins que les trois sommets qu'on assigne à la base de la pyramide :

(¹) Si les accidents géologiques qui nous suggèrent l'idée de vastes rides, de plissements ou de refoulements énergiques, étaient dus à l'accommodation que doit subir une mince écorce solide pour s'adapter à un noyau *sphérique* devenu trop étroit, on devrait retrouver ces effets bien marqués sur la Lune dont le refroidissement est plus avancé que celui de la Terre. Or, sur la Lune, il n'y a rien qui ressemble à des rides, à des plissements ou à des refoulements.

les Alpes, l'Himalaya, les Montagnes Rocheuses, fussent grossièrement équidistants en longitude. Leurs distances sont d'environ 80° et 155°; le second nombre, au lieu d'être égal au premier, en est à peu près le double.

» Je n'ai pas besoin de dire que cette idée est complètement démentie par les travaux géodésiques, qui doivent pourtant peser ici d'un grand poids, puisqu'il s'agit de la figure de la Terre. Enfin il suffit de jeter un coup d'œil sur les autres corps du système solaire, soumis comme la Terre à un refroidissement progressif, pour comprendre la stupéfaction des astronomes en présence de pareilles affirmations. Ces corps sont, en effet, parvenus à des phases fort diverses du refroidissement. La Lune et les satellites de Jupiter, par exemple, dont les masses sont 80, 40 et 200 fois plus petites que celle de la Terre, devraient être bien plus proches de cette figure cristallographique que l'on considère comme le terme ultime du refroidissement. Or, si l'on était déjà en droit de signaler les quatre pointements tétraédriques de la Terre, on devrait les retrouver bien plus nettement caractérisés sur ces satellites. Malheureusement pour l'hypothèse nouvelle, ces corps sont parfaitement sphériques. La Lune, en particulier, que nous mesurons avec une précision extrême, grâce à sa proximité, ne diffère d'une sphère que de quantités absolument imperceptibles, qui échappent aux observations les plus délicates.

» Je conclus de l'ensemble des faits que j'ai eu l'honneur d'exposer à l'Académie que les révolutions de notre globe ne sont pas dues au retrait provenant d'un refroidissement général et uniforme, comme on l'a cru jusqu'ici, mais à cette circonstance particulière à la Terre, que *le refroidissement va plus vite et plus profondément sous les mers que sous les continents*, et j'ajoute que les forces géologiques qui en dérivent ont eu beau altérer la croûte solidifiée d'une manière dissymétrique, même par rapport à l'axe de rotation, elles n'ont pourtant pas modifié la figure mathématique de notre globe, représentée par la surface des océans. Cette figure est restée à très peu près un ellipsoïde de révolution dont l'aplatissement seul a pu varier dans le cours des âges. Et cette persistance, non de la grandeur, mais de la figure de la Terre à travers ses révolutions successives, n'est pas une des conséquences les moins frappantes des forces géologiques, telles que j'ai cru pouvoir les définir. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la perturbation magnétique du 30 mars.* Note de M. MASCART.

« Les observations magnétiques plus complètes que l'on obtient aujourd'hui dans un grand nombre de stations, à l'aide des enregistreurs, ont montré que les perturbations importantes intéressent la Physique du globe au même titre que les apparitions de comètes ou les grands mouvements à la surface du Soleil; je crois donc qu'il est utile de les signaler dans les *Comptes rendus,* au moins par une courte indication de leurs principaux caractères.

» Une grande perturbation, de même ordre que celle du 9 janvier, a commencé brusquement le 30 mars vers $8^h 30^m$ du matin. Pendant quinze minutes les oscillations du déclinomètre et du bifilaire ont été tellement rapides que l'impression photographique des images a donné à certains moments des courbes très confuses. Les modifications des trois éléments magnétiques ne présentent pas les mêmes allures, mais le détail ne peut pas en être indiqué brièvement. La perturbation a continué toute la journée, la nuit et le lendemain 31, pour s'affaiblir peu à peu et disparaître dans la journée du 1er avril.

» Les courbes de l'enregistreur du Parc Saint-Maur ont été comparées, par M. Moureaux, avec les copies des courbes qui ont été obtenues à Lyon par M. André, à Perpignan par M. le Dr Fines et à l'Observatoire de Nice par M. Landry.

» Le début de la perturbation, ramené au temps moyen de Paris, est estimé à $8^h 35^m$ pour le Parc Saint-Maur, $8^h 30^m$ pour Lyon, $8^h 34^m$ pour Perpignan et enfin $8^h 40^m$ pour l'observatoire de Nice. Le phénomène est donc bien simultané dans toute la France, sauf des différences qui disparaîtront quand l'heure sera marquée avec plus de soin sur les enregistreurs, et les moindres accidents des courbes relatives aux différentes stations se superposent avec une fidélité remarquable.

» Les variations extrêmes des éléments magnétiques ont été :

	Déclinaison. δD.	Composante horizontale. $\frac{\delta H}{H}$.	Composante verticale. $\frac{\delta Z}{Z}$.
	′		
Paris (Saint-Maur)....	50	0,0212	0,0034
Lyon................	47	0,0147	0,0023
Perpignan...........	34	0,0115	0,0021
Nice................	37	0,0102	»

ZOOLOGIE. — *Aperçu touchant la faune du Tonkin;* par M. Émile Blanchard.

« Depuis quelques années, nulle contrée lointaine n'a suscité dans notre pays autant de préoccupations que le Tonkin.

» Cette contrée restait cependant une des moins connues de l'Asie; jusqu'à présent, elle n'avait été l'objet d'aucune exploration scientifique.

» Aujourd'hui, plantes et animaux commencent à paraître dans nos musées et ainsi, peu à peu, se dessine le caractère de la région, au moins pour la partie voisine du littoral. M. Bureau a dépeint récemment devant l'Académie la physionomie de la végétation; nous pouvons maintenant donner un premier aperçu touchant la faune.

» Au cours de l'année 1884, un jeune officier de la Légion étrangère, le lieutenant N. de Roccagiovine, rencontrant sur le delta M. Langue, médecin-major au même corps, qui, dans ses heures de loisir, récoltait les insectes, l'assura que je prendrais certainement un vif intérêt à ses récoltes. Je ne tardai pas à lui confirmer directement cette assurance, et le médecin-major au premier régiment de la Légion étrangère me promettait une collection d'Insectes pour le Muséum d'Histoire naturelle.

» M. Langue a fait parvenir cette collection et il me semble juste de signaler à l'Académie cet amateur, qui a mis un noble empressement à servir la Science et qui aura eu le mérite de nous fournir pour la première fois un assez large ensemble de renseignements sur la faune du Tonkin. Une comparaison avec les autres parties de l'Indo-Chine est maintenant devenue possible. La collection formée par M. Langue, qui vient d'être étudiée au Muséum d'Histoire naturelle [1], se compose de 567 espèces de Coléoptères, de 90 espèces de Lépidoptères et de quelques espèces appartenant aux autres ordres, Hémiptères, Névroptères, etc. On n'observe pas de types très particuliers, et tout de suite on pourrait former deux parts des espèces : les unes communes à nos possessions de la Cochinchine et à une grande étendue de l'Indo-Chine; les autres jusqu'ici inconnues, peut-être en partie propres à la région où elles viennent d'être recueillies, mais se rattachant à des genres représentés par des espèces

---

(1) La détermination des espèces connues et le classement dans leurs genres des espèces nouvelles ont été faits par MM. Ch. Brongniart et Poujade.

plus ou moins voisines, répandues en diverses contrées de l'Indo-Chine.

» Les Lépidoptères, dont la dispersion géographique est souvent très vaste, n'ont donné aucune forme nouvelle. Au Tonkin, ce sont les beaux Papilionides et les belles Nymphalides qui habitent depuis la Chine méridionale jusqu'aux îles de la Sonde. Une espèce qui ne figurait pas encore dans les collections du Muséum (*Cyrestis Earle*) avait excité l'intérêt; elle avait déjà été recueillie sur la péninsule de Malacca.

» Parmi les Coléoptères, dominent les espèces phytophages : Chrysomélides, Curculionides, Cérambycides. La diversité des formes répond évidemment à une remarquable richesse de la flore, en même temps que l'absence d'espèces de très forte taille nous avertit que, dans la région explorée, il y a peu de très grands arbres.

» A côté d'espèces qui sont aujourd'hui fréquemment rapportées de la Cochinchine ou d'autres parties de l'Asie méridionale : telles plusieurs Cérambycides (*Cyrthognathus granulosus, Cerambyx holosericeus, Cœlosterna reticulator, Sagra Petili*); à côté d'espèces des provinces méridionales de la Chine qui ne paraissent pas s'avancer vers le sud jusqu'à la latitude de Saïgon, quelques Cérambycides (*Cœlosterna punctator*) et certaines Chrysomélides (*Sagra purpurea*), se montrent des espèces inconnues, plus ou moins apparentées à celles de l'Indo-Chine et dont l'extension géographique ne saurait encore être déterminée.

» Dans la famille des Scarabéides, qui offre tant de formes caractéristiques, on voit au Tonkin les belles Cétoines répandues en différentes parties de l'Asie méridionale (*Protœtia mandarinea, Rhomborhina resplendens, Lomaptera pulla, Agestrata orichalcea*). On remarque pour la première fois diverses Hoplies et une Amphicome qui reste à étudier, puis un Scarabée commun dans toute l'Asie méridionale (*Hylotrupes Gideon*), puis le Bousier de la Chine (*Copris molossus*).

» Ainsi que dans les autres régions de l'Indo-Chine, les Carabides sont en médiocre quantité relativement à la masse des espèces phytophages. Si, dans la collection formée par M. Langue, on reconnaît quelques Carabides encore inédits, on observe plusieurs formes bien connues, habituellement rapportées de divers points de l'Indo-Chine (*Cicindela aurulenta, C. pumila, C. Candei, C. bipunctata, Catascopus elegans*).

» En résumé, les Insectes du Tonkin achèvent de démontrer que règne une assez grande uniformité dans le caractère général de la faune sur toute la bande de l'Indo-Chine voisine du littoral. Selon le degré de latitude, le caractère local n'est dénoncé que par des espèces appartenant à des types

dont l'aire géographique s'étend sur une vaste étendue de territoire. De longues explorations seront nécessaires avant qu'on puisse tracer les circonscriptions d'ordre secondaire, et les conditions de la nature dans l'Indo-Chine ne seront appréciées dans leur ensemble que le jour où la faune aura été l'objet de recherches suivies à une distance un peu considérable de la mer, et principalement sur les montagnes élevées. »

GÉOLOGIE. — *Sur la roche du monticule de Gamboa, rapportée par M.* de Lesseps. Note de M. **Fouqué**.

« M. de Lesseps a présenté à l'Académie, dans sa dernière séance, un petit cube pris comme spécimen de la roche du monticule de Gamboa, monticule que l'on a fait sauter sous ses yeux sur le tracé du canal en voie d'exécution dans l'isthme de Panama.

» Cette roche est une roche volcanique microlithique, c'est une labradorite augitique à pyroxène. A l'état de grands cristaux (cristaux du premier temps de consolidation) on y observe du labrador maclé suivant la loi de l'albite, riche en inclusions vitreuses, de l'augite brune également riche en inclusions de ce genre, maclée suivant la face h^1, très faiblement polychroïque, du fer oxydulé. A l'état de microlithes on y voit du labrador, de l'augite et du fer oxydulé. La matière amorphe interposée entre les cristaux est en petite quantité et presque entièrement transformée en chlorite. De la chlorite secondaire s'observe aussi, quoique en moindres proportions, dans l'augite et dans le feldspath, surtout dans la partie centrale des cristaux. Enfin la roche contient encore les restes d'un minéral lamelleux (hornblende ou biotite) entièrement chloritisé. Les propriétés optiques des minéraux de la roche, soit en lumière polarisée parallèle, soit en lumière polarisée convergente, ont été trouvées conformes à celles qui leur sont habituelles dans les labradorites volcaniques. »

GÉOLOGIE. — *Sur les roches recueillies dans les sondages opérés par le* Talisman. Note de MM. **Fouqué** et **Michel Lévy**.

« M. A. Milne-Edwards nous a confié l'examen d'une collection de roches recueillies en 1883 dans les opérations de dragage du *Talisman*.

» Nous avons fait tailler en lames minces et étudié au microscope 250 de

ces échantillons, provenant pour la plupart de profondeurs de 4000^{m} à 5000^{m}. Les spécimens pétrographiques les plus variés nous ont ainsi passé sous les yeux. Pour le moment, nous nous contenterons de donner un résumé succinct des résultats de notre étude.

» En premier lieu, nous ferons remarquer l'abondance des scories provenant des fourneaux des machines à vapeur; dix-neuf échantillons de ces scories ont été examinés par nous, et la plupart nous ont montré de très belles cristallisations d'anorthite, d'olivine et de fer oxydulé. Sur quelques-uns, à la loupe, on distingue nettement des empreintes de *Sphenopteris* et de *Stigmaria*.

» Nous avons trouvé aussi deux fragments de brique.

» Parmi les roches éruptives anciennes, nous signalerons un échantillon de granite commun et un de granite à hornblende, une pegmatite et quelques granulites souvent riches en muscovite, en microcline. L'une de ces granulites nous a montré du grenat, une autre de nombreuses inclusions d'actinote dans les feldspaths.

» La série des diorites et diabases n'est représentée que par deux échantillons dont la détermination pétrographique laisse à désirer.

» Comme produits filoniens nous signalerons seulement quelques échantillons de quartzite et de minerai de fer hydraté.

» La série métamorphique ancienne est beaucoup plus largement représentée que la série éruptive. Nous comptons vingt-quatre échantillons de gneiss proprement dit et vingt-cinq de gneiss amphibolique. Dans les spécimens appartenant à la série des gneiss proprement dits, nous voyons figurer fréquemment comme minéraux essentiels ou accessoires le microcline, le zircon, le sphène, l'apatite, le rutile, le grenat, la tourmaline, la biotite, la muscovite, le fer oxydulé, l'épidote. La série des gneiss amphiboliques est encore plus riche. En outre des minéraux précédents, nous y voyons figurer l'amphibole, le pyroxène, le diallage, l'enstatite.

» A la suite des gneiss nous placerons les micaschistes, dont nous avons étudié cinq échantillons, pour la plupart amphiboliques et présentant accessoirement de la tourmaline, du microcline, du sphène, de l'épidote.

» Viennent ensuite des schistes quartzeux pour la plupart très épidotifères, séririteux ou chloriteux, quelques-uns riches en rutile. Nous en avons étudié quinze échantillons. Ce sont des roches nettement clastiques.

» Enfin nous signalerons trois spécimens de schiste argileux dont l'un nous a offert des cristaux de biotite et de grenat avec nombreuses particules de graphite.

» La série microlithique est représentée par des roches variées dont les plus nombreuses appartiennent au type labradorite.

» Nous avons trouvé sept andésites, huit labradorites augitiques, deux basaltes. Parmi les labradorites deux sont ophitiques et très semblables à des roches d'Islande décrites par M. Bréon. Quelques andésites sont à hornblende, les autres simplement à pyroxène. Deux d'entre elles sont chargées d'épidote et sont peut-être des porphyrites.

» Enfin, nous avons examiné cinq échantillons de ponce et huit de scories basiques plus ou moins palagonitisées et, en outre, dix échantillons de tufs pour la plupart très basiques, renfermant des enclaves de labradorite ou de basalte.

» La série sédimentaire est largement représentée dans les roches dont l'examen nous a été confié. Nous avons trouvé soixante-treize calcaires, seize arkoses, dix-neuf grès. Parmi les calcaires, quelques-uns sont à larges paillettes cristallines : ce sont des marbres. Un assez grand nombre sont à grains fins, très compacts bien que cristallins encore, dépourvus de toute empreinte organique; quelques-uns sont suboolithiques; un échantillon est presque entièrement formé d'oolithes; enfin trente et un sont fossilifères. Dans un grand nombre on observe des coupes de coquilles bivalves indéterminables; quelques-uns très compacts, jaunâtres, magnésiens, présentent des sections de *Gyroporella* et proviennent très probablement d'assises triasiques. Il en est qui sont de véritables Lumachelles. Enfin trois échantillons sont presque entièrement formés de Foraminifères et ont un faciès tertiaire très marqué.

» Les arkoses sont très quartzeuses et contiennent, la plupart, des minéraux des gneiss proprement dits et des gneiss amphiboliques dragués. Nous y signalerons l'orthose, l'oligoclase, le microcline, la biotite, la muscovite, le rutile, la tourmaline, le zircon, le grenat, l'amphibole. Le ciment en est séariciteux, calcaire ou siliceux.

» Les grès sont parfois riches en débris de biotite et de muscovite. Le ciment est siliceux, ferrugineux ou calcaire.

» Les cavités des échantillons, surtout celles des ponces, des scories basiques, des schistes argileux et des calcaires sont fréquemment remplies d'une boue blanchâtre composée principalement de globigérines. »

NAVIGATION. — *Essai d'un instrument pour étudier le roulis des navires.* Note de M. l'Amiral **Pâris**.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un premier essai d'un instrument destiné à se rendre compte des mouvements de roulis des navires, question qui, jusqu'à présent, a éprouvé plus de difficultés que celles de l'hydraulique des tuyaux, des canaux ou des chutes d'eau; car, au lieu de se transporter, d'entrer en action par les simples lois de la pesanteur, le mouvement si violent des vagues a lieu sans que l'eau ait changé de place et sa cause est la marche horizontale d'un fluide très léger.

» La forme de l'objet flottant joue aussi un rôle très important; et quoique la navigation soit bien vieille, on n'est pas arrivé à des formes assez avérées pour être généralement admises. Cependant bien des savants ont étudié cette question, et notamment M. Dutret de Bénazé, ingénieur de la Marine, en 1874; aussi ne s'agit-il nullement ici de les suivre dans leurs travaux élevés, mais seulement d'exposer les idées qu'une longue pratique a pu faire naître et de quelle manière on a cherché à les exprimer, surtout au sujet de l'influence des poids mis en mouvement. Il m'a semblé que si, à l'état statique, le pendule exprimait bien la stabilité du navire par la distance du centre de gravité général au métacentre, il n'en était plus de même lorsque le mouvement mettait toutes les inerties en jeu.

» Car, d'après ce qui a lieu, le pendule métacentrique n'a qu'une tige très courte et qui s'éloigne peu de la longueur d'un mètre, tandis que les navires ont des oscillations simples qui vont jusqu'à 10″ et qui exigeraient une tige de 100^{m} de long.

» Or les navires roulent sur place, au lieu de suivre le parcours d'un pendule. Il m'a donc semblé, d'après ce que j'ai vu et éprouvé, que, puisqu'au lieu d'être confinés dans une lentille, les poids des navires avaient des positions éloignées, ils devaient agir très différemment et en raison des carrés des espaces parcourus.

» Ceux situés près de l'horizontale passant par le centre de rotation sont réciproquement en équilibre et indifférents à la pesanteur; leur mouvement ressemble donc à celui du balancier à monnaie. Au contraire, les poids voisins de la verticale, étant situés les uns au-dessus et les plus lourds au-dessous du centre, agissent comme le métronome et règlent probablement le mouvement plus que les autres, qui obéissent aux vagues comme à un échappement.

» J'ai donc cherché à figurer la disposition de ces poids, en ayant un balancier composé, portant en bas une traverse avec des poids à ses extrémités pour représenter les poids latéraux, tels que muraille du navire, artillerie, blindage. Cette traverse est au bout d'une tige oscillant sur des couteaux et portant plus bas un poids pour le lest, et au-dessus un autre pour l'armement, et enfin son bout supérieur remplace la mâture. Comme toutes les parties sont à coulisse, on peut leur donner toutes les longueurs ou les positions que l'on croira être assorties à ce qui se passe sur les navires. Pour imiter l'impulsion des vagues, j'ai ajouté un second balancier, disposé comme un vrai métronome, et ce dernier porte aussi une traverse qui, par des caoutchoucs très élastiques, communique le mouvement au balancier qui représente le navire. Cette élasticité est indispensable; car il n'y a pas de ressorts qui approchent de celle que possède un corps tombant ou s'élevant parce qu'il est trop immergé, les rendus des mouvements donnés étant d'environ 90 pour 100 lorsqu'il s'agit d'une tige chargée d'un poids. Aussi cette élasticité, que l'on peut appeler de *flottation*, joue dans les roulis un rôle qui, pour être peu appréciable, n'en est pas moins très considérable.

» C'est par ces procédés que j'ai cherché à rendre compte de ce qui se passe lorsqu'un navire roule. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Observations relatives à une Note récente de M.* Resal *sur la flexion des prismes* [1]; par M. J. **Boussinesq**.

« Il est regrettable qu'une erreur de calcul, échappée à notre honoré Confrère, M. Resal, au moment où il atteignait le but, lui ait fait penser que M. de Saint-Venant s'était trompé dans sa théorie de la flexion des prismes à base elliptique. La condition concernant l'effort tranchant total, $\int p_{xy}\,d\omega = -\mathrm{P}$, que M. Resal a écrite finalement, dans le cas dont il s'agit (p. 720),

$$\left(\frac{9}{2}\lambda + 3\mu + \mathrm{B}\right)b^2 - \left(\frac{\lambda}{2} + \mathrm{B}\right)c^2 + 4\mathrm{A} = 0,$$

et qu'il n'a pas trouvée vérifiée, l'est en réalité parfaitement. Portons-y, en effet, les valeurs (K) de B et A données à la même page (13 lignes plus

[1] *Comptes rendus* des 22 et 29 mars, p. 658 et 719.

haut) et qui reviennent identiquement à

$$B = -\frac{\lambda}{2} - \mu\frac{b^2}{3b^2+c^2}, \qquad A = -\left(\lambda + \mu - \mu\frac{b^2}{3b^2+c^2}\right)b^2,$$

lorsque l'on complète la valeur de A par l'adjonction d'un facteur commun b^2 dont l'absence est due à une erreur évidente d'impression. Il viendra

$$\left(4\lambda + 3\mu - \mu\frac{b^2}{3b^2+c^2}\right)b^2 + \mu\frac{b^2c^2}{3b^2+c^2} - 4\left(\lambda + \mu - \mu\frac{b^2}{3b^2+c^2}\right)b^2 = 0,$$

ou bien par la suppression des termes entiers qui se détruisent et puis du facteur commun μb^2,

$$-\frac{b^2}{3b^2+c^2} + \frac{c^2}{3b^2+c^2} - 1 + \frac{4b^2}{3b^2+c^2} = 0,$$

identité évidente.

» Il fallait bien, du reste, et pour toute forme de la section, que cette condition, $\int p_{xy}\,d\omega = -P$, fût vérifiée; car, dès qu'on a pris

$$p_{xx} = \frac{P}{I_z}(l-x)y$$

et que l'on a attribué aux autres composantes de pression des valeurs satisfaisant aux trois équations indéfinies de l'équilibre et aux conditions de liberté de la surface latérale, la portion du prisme comprise entre ses deux sections normales d'abscisses x et l est, par le fait même, en équilibre sous l'action des pressions que ces sections supportent, pressions ayant dès lors leur moment total, par rapport à une parallèle à l'axe des z menée par le centre de la première de ces sections, identiquement nul. Or ce moment est

$$\int p_{xx}y\,d\omega = \frac{P}{I_z}(l-x)\int y^2\,d\omega = P(l-x),$$

pour les forces appliquées à la section d'abscisse x, et

$$\int p_{xy}(l-x)\,d\omega = (l-x)\int p_{xy}\,d\omega$$

pour celles qui sollicitent la dernière section, d'abscisse l, sur laquelle ne s'exercent pas d'actions normales. Il vient donc bien

$$\int p_{xy}\,d\omega + P = 0.$$

Et c'est justement parce que cette condition était surabondante, ou impliquée dans les autres données de la question, que M. de Saint-Venant n'a

pas eu, après l'avoir signalée, à s'en servir pour former ses solutions, bien qu'il l'ait employée comme vérification après les avoir obtenues.

» Je remarquerai encore que M. de Saint-Venant avait pris pour condition d'encastrement la fixité de direction d'un élément rectiligne de la première base du prisme; ce qui explique comment il avait, pour $x = 0$ et $y = 0$, une condition $\frac{du}{dy} = 0$, différente de celle, $\frac{dv}{dx} = 0$, qui exprime la fixité de direction du premier élément de l'axe, supposée par M. Resal. Mais cette différence, qui n'en introduit aucune dans les déformations subies ni dans les pressions qui les produisent, est sans importance; car elle ne correspond qu'à une petite rotation, dans leur plan, de l'ensemble des deux axes des x et des y, par rapport au prisme. »

M. **Resal** répond :

« Notre Confrère, M. Boussinesq, a bien voulu me communiquer d'avance la substance de la précédente Note. Je le remercie de m'avoir signalé une inadvertance qui avait pour grave conséquence de porter atteinte à un paragraphe important de la théorie de la flexion des prismes.

» Je n'ai pas besoin d'ajouter que je n'ai eu en vue que d'élucider une question de Physique mathématique. Je n'ai pas oublié d'ailleurs que M. de Saint-Venant est l'un des bienveillants savants qui ont guidé mes premiers pas. »

M. **G.-A. Hirn** fait hommage à l'Académie, par l'entremise de M. Faye, d'une Brochure qu'il vient de publier, sous le titre « Recherches expérimentales sur la limite de la vitesse que prend un gaz, quand il passe d'une pression à une autre plus faible ».

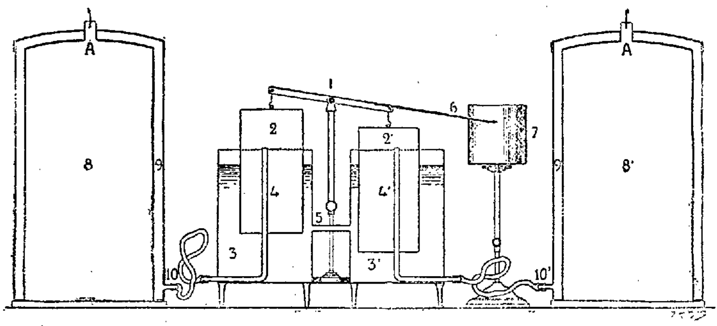
MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE. — *Enregistreur automatique des calories dégagées par un être vivant.* Note de M. A. **d'Arsonval**.

« Dans des Communications antérieures ([1]), j'ai attiré l'attention de l'Académie sur l'importance de la calorimétrie en Physiologie. Le thermo-

([1]) *Comptes rendus*, séances des 25 août 1879, 11 juillet 1881, 2 juin 1885.

mètre, en effet, employé seul, est incapable de nous indiquer les variations de la thermogenèse. Cela tient à ce qu'un animal ne rayonne pas à la façon d'un corps inerte. Grâce aux nerfs vaso-moteurs, la perte de chaleur par la périphérie du corps est variable à chaque instant, suivant que les capillaires de la surface cutanée sont plus ou moins dilatés. Un abaissement de la température centrale ne correspond pas toujours à une production de chaleur moindre, et inversement, comme je l'ai montré dans le cas des animaux vernis (¹) ou huilés. La température centrale d'un lapin frotté d'huile s'abaisse beaucoup, et pourtant cet animal, placé dans le calorimètre, dégage de deux à trois fois plus de chaleur qu'à l'état normal. Les oiseaux, dont la température centrale est de 4° à 5° supérieure à celle des



8,8' réservoirs calorimétriques.
9,9' matelas d'air.
1 levier de la balance.
2,2' cloches gazométriques.
4,4' tubes communiquant avec l'espace 9,9' par les tubulures 10,10'.
6 levier portant la plume.
7 cylindre enregistreur.

mammifères, ne font pas, *à poids et à surface égaux*, plus de chaleur que ces derniers, comme je l'ai montré également par le calorimètre (²), contrairement à l'opinion reçue. D'autre part, j'ai montré (³) que, *à température égale*, le pouvoir émissif de la peau humaine peut varier du simple au triple, suivant qu'elle est sèche ou enduite de corps gras. Pour toutes ces raisons, la calorimétrie directe peut seule nous renseigner exactement sur les variations de la thermogenèse et sur les diverses conditions qui la modifient.

(¹) Société de Biologie, 1878.
(²) Travaux du laboratoire de M. Marey, années 1878, 1879.
(³) Société de Biologie, 1881.

» Pour enregistrer les phases de cette production d'une façon continue et sans corrections, j'ai simplifié beaucoup le dispositif appliqué au calorimètre que j'ai décrit dans la séance du 2 juin 1885. Le manomètre a été remplacé par l'appareil inscripteur représenté ci-dessus.

» Il se compose essentiellement de deux cloches métalliques légères 2, 2', suspendues à chaque extrémité d'un fléau de balance équilibrée 1.

» Chaque cloche plonge dans un réservoir plein d'eau 3 3', portant un tube central 4 4' qui dépasse le niveau de l'eau et qui, s'engageant sous la cloche correspondante, la transforme en un petit gazomètre d'une mobilité extrême.

» L'intérieur de chaque cloche est mis en rapport par le tube central 4 4' avec la cavité d'un des calorimètres à air 9, 9'. Les calorimètres correspondant à chaque cloche sont identiques. Si une source de chaleur vient échauffer un des calorimètres, l'air se dilate et soulève la cloche correspondante à une hauteur qui sert de mesure à l'échauffement. Si les deux calorimètres sont échauffés également, les deux cloches se font équilibre et le fléau qui les porte ne change pas de place. L'appareil se trouve donc soustrait, de ce fait, aux variations de la température et de la pression extérieures, comme dans l'appareil à manomètre compensé.

» Les réservoirs d'eau communiquent entre eux par un tube latéral 5, qui identifie leurs niveaux.

» Pour rendre l'appareil enregistreur, le fléau de la balance porte un levier 6, terminé par une plume à encre donnant un tracé sur un cylindre vertical 7, qui fait un tour en vingt-quatre heures.

» La longueur du levier et la capacité des cloches gazométriques sont telles que la plume s'élève de $0^{m},01$ pour 1^{cal} à l'heure dégagée dans l'appareil. On peut d'ailleurs obtenir telle sensibilité qu'on désire. Une trompe (non représentée sur la figure) fait circuler dans l'instrument un courant d'air continu, et l'on peut doser en même temps l'oxygène absorbé et l'acide carbonique émis par l'animal en expérience, suivant les procédés que j'ai décrits dans mes différentes Communications depuis 1878.

» On peut ainsi poursuivre une expérience pendant des journées et même des semaines entières sans avoir à effectuer aucune correction. Un cylindre enregistreur faisant un tour en huit jours, on est dispensé même de toute surveillance, et c'est ainsi que j'ai pu entreprendre la calorimétrie continue de l'inanition sur le cobaye, le lapin et la poule.

» On peut à volonté faire des expériences absolues sur un animal isolé ou, au contraire, faire des expériences comparatives en plaçant dans chaque calorimètre un animal différent.

» Cet instrument, qui est d'un maniement facile, répond, je crois, à tous les besoins de la calorimétrie physiologique, où les mesures comparatives ont souvent plus d'importance que les valeurs absolues.

» *Calorimètre thermo-électrique.* — Le calorimètre à air demande d'une demi-heure à trois quarts d'heure environ pour être en équilibre et fournir une indication définitive. Ce temps est un peu long lorsqu'il s'agit de faire une expérience de cours. C'est pourquoi, dans mes leçons de cette année (décembre 1885), j'ai décrit à mon Cours un autre dispositif qui montre à un nombreux auditoire le pouvoir calorimétrique d'un animal dans l'espace de cinq minutes. Ce procédé n'est au fond qu'une variante du précédent et nécessite l'emploi du galvanomètre.

» Le calorimètre à air tel que je viens de le décrire est un *thermomètre différentiel à air;* le calorimètre thermo-électrique, comme son nom l'indique, est un *thermomètre différentiel électrique.*

» Il se compose de deux soudures thermo-électriques conjuguées (cuivre-fer); l'une d'elles (le calorimètre) est creuse et enveloppe l'animal, l'autre plonge dans l'air ambiant. L'animal rayonne à travers la soudure creuse qui l'entoure, l'échauffe, et le galvanomètre indique par sa déviation l'excès de température de cette soudure sur l'air ambiant. Un rayon lumineux projeté sur le miroir de l'instrument permet au plus nombreux auditoire de suivre la marche de l'expérience sur une échelle graduée que parcourt le rayon lumineux.

» L'équilibre thermique est très rapidement obtenu dans ces conditions, et l'on mesure avec une précision extrême l'échauffement de l'instrument, qui est ici bien moindre qu'avec le calorimètre à air, ce qui constitue une circonstance très favorable pour ne pas troubler la thermogenèse chez l'animal en expérience.

» On pourrait au besoin inscrire par la photographie les déviations du galvanomètre, comme je le fais pour d'autres expériences; mais ce serait là une complication qu'on préférera éviter dans la pratique en se servant du calorimètre différentiel à air.

» Le calorimètre thermo-électrique peut rendre de très grands services pour étudier la production de chaleur sur les tissus isolés de l'organisme soumis ou non à la circulation artificielle. J'en donnerai des exemples à la deuxième partie de ce travail, relativement à la production de chaleur dans les tissus après la mort ou dans les muscles privés de circulation. A l'aide de cet instrument, extrêmement sensible, on peut constater et mesurer la production de chaleur chez les êtres inférieurs et les animaux à sang froid comme les batraciens, les poissons, etc. Le calorimètre thermo-électrique

peut recevoir des dimensions microscopiques en conservant toute sa sensibilité. J'en ai fait juste d'assez grands pour contenir un insecte ou une larve.

» Dans une prochaine Communication, je ferai connaître les moyens de graduer l'appareil, ainsi que ses causes d'erreur et les moyens de les éviter. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Romanet du Caillaud** adresse une Note intitulée « Empaillage coaltarisé des jeunes arbres ».

(Renvoi à la Section d'Économie rurale.)

M. **Pellet** obtient l'autorisation de retirer du Secrétariat son Mémoire relatif aux équations binômes, sur lequel il n'a pas été fait de Rapport.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un « Traité d'Hygiène industrielle », par M. *Léon Poincaré*. (Renvoi au Concours des Arts insalubres.)

2° La troisième édition du « Traité de Zootechnie » de M. *André Sanson*. (Présenté par M. Hervé Mangon.)

M. **Prillieux** prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante, dans la Section de Botanique, par le décès de M. Tulasne.

(Renvoi à la Section de Botanique.)

M. **Brown-Séquard** prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place devenue vacante, dans la Section de Médecine et Chirurgie, par l'élection de M. Vulpian à la place de Secrétaire perpétuel.

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

M. **A. Crova** prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place de Correspondant, pour la Section de Physique, en remplacement de M. Al. Lallemand.

(Renvoi à la Section de Physique.)

M. le **Secrétaire perpétuel de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres** transmet à l'Académie des Sciences une Note, qui lui a été communiquée par M. *Vivie*, sur « Latreille, Membre de l'Institut ».

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle planète* (254), *faites à l'observatoire de Paris;* par M. **G. Bigourdan**. Communiquées par M. Mouchez.

« Cette planète a été découverte à Vienne, par M. J. Palisa, le 31 mars 1886. Ce jour-là sa position était à $13^h 36^m, 2$, temps moyen de Vienne.

Æ..... $14^h 0^m 34^s, 6$ Déclinaison..... $-11°17'17''$ Grandeur..... 13

Dates 1886.	Étoiles.	Grandeurs.	Planète — ✱. Ascension droite.	Planète — ✱. Déclinaison.	Nombre de comparaisons.
Avril 2....	*a* Anonyme	11,5	$+0^m 11^s, 50$	$+0' 19'', 8$	12.12
4....	*b* 958 $W_1 13^h$	9	$+0^m 1^s, 92$	$+3' 15'', 7$	16.16

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1886.	Étoiles de comp.	Ascension droite moy. 1886,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1886,0.	Réduction au jour.	Autorités.
Avril 2....	*a*	$13^h 58^m 43^s, 19$	$+1^s, 83$	$-11° 14' 46'', 5$	$-5'', 3$	Rapporté à *b*
4....	*b*	$13^h 57^m 10^s, 11$	$+1^s, 86$	$-11° 14' 44'', 6$	$-5'', 5$	$Weisse_1$

Positions apparentes de la planète.

Dates 1886.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Log. facteur parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. facteur parallaxe.
Avril 2.....	$12^h 24^m 55^s$	$13^h 58^m 56^s, 52$	$\bar{2},925n$	$-11° 14' 32'', 0$	0,882
4.....	$11^h 18^m 8^s$	$13^h 57^m 13^s, 89$	$\bar{1},249n$	$-11° 11' 34'', 4$	0,876

» *Remarques.* — Avril 2, grandeur de la planète : 13,3, difficile à observer. Ciel un peu brumeux.

» Avril 4, grandeur de la planète : 13,2.

» L'étoile du 2 avril a été rapportée à b; au moyen de l'équatorial j'ai obtenu :

Æ... ☆ a — ☆ $b = +1^m 33^s,08$ Décl... ☆ a — ☆ $b = -0' 1'',9$ Comp... 9.6

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le nombre des pôles à la surface d'un corps magnétique*. Note de M. **Stieltjes**, présentée par M. Hermite.

« La remarque, due à Gauss, que l'existence de deux pôles Nord à la surface de la Terre entraînerait nécessairement celle d'un pôle neutre, a été généralisée par M. Betti (*Teorica delle forze Newtoniane*). En considérant un corps magnétique limité par une seule surface fermée simplement connexe, il démontre que le nombre total des pôles est pair.

» La méthode la plus simple pour traiter cette question a été donnée par M. Reech dans un article inséré dans le Cahier XXXVII du *Journal de l'École Polytechnique*. L'auteur y considère spécialement les maxima et minima de la fonction $\sqrt{x^2+y^2+z^2}$ à la surface d'un corps, mais le raisonnement est général et, en l'appliquant au cas d'un corps magnétique, le résultat de M. Reech consiste en ce que le nombre total des pôles neutres est surpassé de *deux* unités par le nombre total des autres pôles. Ce résultat comprend en particulier la proposition de M. Betti.

» En modifiant légèrement le raisonnement de M. Reech, on peut aussi traiter par cette méthode le cas où la surface fermée qui limite le corps est $2k+1$ fois connexe. On trouve alors que généralement le nombre des pôles neutres diminué du nombre des autres pôles est égal à $2k-2$. Comme il y a toujours au moins un pôle boréal et un pôle austral, il s'ensuit que le nombre des pôles neutres est au moins égal à $2k$. »

GÉOMÉTRIE. — *Construction de la courbe gauche du sixième ordre et du premier genre. Transformation de la surface du troisième ordre sur un plan*. Note de M. **A. Petot**, présentée par M. Darboux.

« On sait faire correspondre géométriquement à un point M se déplaçant sur une surface du troisième ordre S_3, donnée par trois droites non concourantes A, B, C et par sept points D, E, 1, ..., 5, une droite ω se déplaçant sur un complexe du premier ordre Σ_1, déterminé par cinq droites

$\omega_1, \omega_2, \ldots, \omega_5$ (*Comptes rendus*, même Volume, p. 737). D'ailleurs ω appartient, quel que soit M, à un complexe tétraédral Σ_2.

» Le même mode de correspondance nous a donné les résultats suivants :

» Théorèmes I, II et III (propriétés : 1° de sept points D, E, 1, ..., 5 d'une courbe gauche du sixième ordre et du premier genre (S_3, S'_3), qui s'appuie en quatre points sur chacune des trois droites A, B, C ; 2° de trois droites A, B, C et de six points D, E, 1, ..., 4, associés suivant le module trois; de trois cordes A, B, C et de quatre points D, E, 1, 2 d'une cubique gauche). — *Si, prenant arbitrairement deux points* P *et* Q *sur les intersections du plan* CE *avec les plans* AE, BE, *puis menant par le point* D *deux droites quelconques* α *et* β, *on fait correspondre à tout point* M *de l'espace la droite* ω, *intersection des plans* V *et* W *menés respectivement par les points fixes* P *et* Q, *par les tracés des droites fixes* DQ, DP *sur les plans* BM, AM *et par celles des droites fixes* α *et* β *sur le plan* CM :

» 1° *Les cinq droites correspondantes aux derniers points de la courbe gauche appartiennent à une même congruence du premier ordre ;*

» 2° *Les quatre droites correspondantes aux derniers points associés appartiennent à un même système de génératrices d'un hyperboloïde ;*

» 3° *Les deux droites correspondantes aux derniers points de la cubique sont concourantes, de plus leur point passe par le point* D.

» Les sommets du tétraèdre principal θ du complexe Σ_2 sont les points D, P, Q et le point de rencontre R des plans CE, αP, βQ; nous désignerons par d, p, q, r les faces qui leur sont respectivement opposées.

» On simplifie beaucoup les applications des théorèmes précédents en choisissant les points P et Q et les droites α et β, jusqu'ici arbitraires, de manière que les droites ω_1, ω_2, qui correspondent à deux des points donnés, soient concourantes. Si l'on se donne arbitrairement les points P et Q et le point de rencontre ε des droites ω_1, ω_2, chacun des plans V_1, W_1, V_2, W_2 est déterminé par trois points connus; il suffit alors de prendre pour α et β deux droites menées par D et s'appuyant, la première sur les deux droites (V_1 — C, 1), (W_2 — C, 2), la seconde sur les deux droites (W_1 — C, 1), (W_2 — C, 2). On obtient en même temps le plan π des deux droites ω_1, ω_2. Avec ce choix des droites α et β, les conclusions des deux premiers des théorèmes précédents deviennent les suivantes :

» 1° *Les traces des trois droites correspondantes aux derniers points de la courbe sur le plan* π *sont en ligne droite, de plus les trois plans menés par ces mêmes droites et par le point* ε *se coupent suivant une même droite ;*

» 2° *Les deux droites correspondantes aux derniers points associés sont aussi concourantes, leur point de rencontre est situé dans le plan* π, *de plus leur plan passe par le point* ε.

APPLICATIONS.

» PROBLÈME I. — *Trouver les deux dernières traces de la courbe gauche du sixième ordre et du premier genre* (S_3, S'_3), *donnée par six points* D, E, 1, ..., 4 *et par les trois droites non concourantes* A, B, C, *qu'elle rencontre chacune en quatre points, sur un plan* G *mené arbitrairement par l'une des droites données* C.

» Quand M décrit le plan G, ω engendre la congruence du premier ordre, qui a pour directrices les deux droites L et M menées respectivement par les points fixes P et Q et par les traces des droites fixes α et β sur le plan G.

» On détermine, une fois pour toutes, la droite ξ, qui joint les traces des droites ω_3, ω_4 sur le plan π, et la droite η intersection des plans menés par ces mêmes droites et par le point E.

» Les deux droites ω et ω', correspondantes aux traces cherchées M et M', sont les deux droites qui s'appuient sur les quatre droites ξ, η, L, M.

» PROBLÈME II. — *Trouver la dernière trace d'une cubique gauche donnée par trois cordes* A, B, C *et par trois points* D, E, 1, *sur un plan* G *mené arbitrairement par l'une des cordes données* C.

» La droite ω, correspondante au point M cherché, s'obtient en joignant les traces des droites L et M sur le plan D, ω_1.

» PROBLÈME III. — *Étant donnée une cubique gauche par trois cordes* A, B, C *et par trois points* D, 1, 2, *on demande de mener par deux autres points donnés* E, 3 *une deuxième cubique s'appuyant en deux points sur la première et admettant aussi* A, B, C *pour cordes.*

» La droite ω_3 et les quatre traces du plan $(\omega_3 - \varepsilon)$ sur les faces du tétraèdre θ enveloppent une conique; les tangentes à cette conique correspondent aux points de la cubique cherchée.

» PROBLÈME IV. — *Détermination du sixième point associé aux droites* A, B, C *et aux points* D, E, 1, 2, 3.

» On considère dans le plan $(\omega_3 - \varepsilon)$ la conique tangente à ω_3 et aux quatre traces de ce même plan sur les faces du tétraèdre θ; la droite ω correspondante au sixième point associé est la sixième tangente que l'on peut mener à la conique considérée par le point $(\pi - \omega_3)$, pris sur l'une des cinq tangentes qui la déterminent.

» *Représentation de la surface du troisième ordre sur un plan.* — Considé-

rons un point N décrivant une courbe φ dans une face de θ, et désignons par F_1 le faisceau plan de Σ_2 qui a N pour pôle. Le point M correspondant à la droite (Σ_1, F_1) trace sur S_3 une courbe ψ, qui a la courbe φ pour transformée plane; les deux points M et N sont homologues, et l'on voit que l'on passe de l'un à l'autre par une construction linéaire simple.

» Plus généralement, si la courbe φ est quelconque dans l'espace, les droites de Σ_2 qui passent par N forment un cône F_2; les deux points M et M' correspondants aux droites (Σ_1, F_2) tracent sur S_3 une courbe ψ; on voit alors que, *à toute courbe φ, que l'on sait décrire par points dans le plan ou dans l'espace, correspond une courbe ψ que l'on sait aussi tracer par points sur une surface du troisième ordre*.

» Si φ est une courbe unicursale située dans l'une des faces de θ, ψ est aussi unicursale; en particulier, si φ est une droite tracée dans la face d, ou encore une conique circonscrite au triangle PQR, ψ est une courbe gauche unicursale du sixième ordre admettant pour point double, dans le premier cas, le point E, dans le second le point D.

» Si le faisceau F_1 de Σ_2 appartient à Σ_1, on obtient à l'aide de N, non plus un point M de S_3, mais, suivant la face de θ où se trouve N, une droite ou une cubique de S_3; d'ailleurs, on sait déterminer les faisceaux du premier ordre commun à Σ_2 et à Σ_1, c'est ce qui permet de résoudre simplement les deux problèmes suivants : *Déterminer les deux droites de la surface* S_3 *qui s'appuient sur deux droites données* A, B, C. — *Tracer sur cette surface les deux cubiques gauches qui passent par deux points donnés et admettent pour cordes les droites* A, B, C. »

NAVIGATION. — *Sur les navires sous-marins*. Note de M. **Zédé**.

« La question des navires sous-marins est aujourd'hui partout à l'étude, et l'Académie apprendra certainement avec intérêt que mon regretté maître et ami, M. Dupuy de Lôme, en avait trouvé une solution simple et pratique.

» Il me répétait souvent que la question des aérostats et celle des bateaux sous-marins étaient intimement liées, et que, le jour où la première serait résolue, la seconde serait bien près de l'être. En effet, le point capital lui paraissait, dans les deux cas, d'imaginer un moteur puissant et léger, ne changeant pas de poids pendant son fonctionnement.

» Aussi, dès qu'il apprit la réussite du ballon de Meudon, grâce à son

moteur électrique, il me dit : « Nous allons reprendre maintenant l'étude » du bateau sous-marin, et nous mettrons d'accord les torpilleurs et les » cuirassés en les annulant tous deux. » Dans la situation géographique et internationale de notre pays, il voyait en effet un grand intérêt pour la France à la solution du problème de la navigation sous-marine.

» Malheureusement, la cruelle maladie qui nous l'enleva ne lui permit pas de donner suite à son projet. J'ai alors considéré comme un devoir de réunir les idées si souvent émises par lui, et de leur donner un corps en étudiant complètement le navire sous-marin, tel qu'il le concevait.

» L'état actuel de la science ne permet pas encore, il est vrai, d'atteindre le but qu'entrevoyait M. Dupuy de Lôme, mais on peut cependant déjà produire des navires sous-marins pouvant rendre de sérieux services de guerre, et aussi des services d'un tout autre ordre : pour certaines explorations scientifiques, certains travaux, et même pour des navigations spéciales, dans le cas, par exemple, où l'on voudrait s'affranchir des mouvements de la surface de la mer.

» La forme naturelle de ces bâtiments est celle d'un fuseau, et l'on pourrait dès à présent leur donner de grandes dimensions, mais, dans une question aussi nouvelle, où tant de détails auront besoin d'être consacrés par l'expérience, il semblait au contraire prudent de commencer par concevoir le plus petit navire possible pouvant rendre des services militaires utiles; j'ai donc adopté le diamètre de $1^{m},80$ qui permet tout juste à un homme de se tenir debout.

» En donnant au bateau une longueur de 20^{m}, qui est très modérée, on arrive à un déplacement d'eau d'environ 30 tonnes, et l'on peut soutenir une vitesse de 11 nœuds pendant trois heures au moyen d'un moteur dynamo-électrique du système du capitaine Krebs, moteur qui est actionné par des accumulateurs spéciaux. Comme les temps de fonctionnement varient sensiblement en raison inverse des cubes des vitesses, on voit qu'en réduisant celle-ci, on accroîtra très vite l'espace franchissable. Il suffirait d'ailleurs d'accepter des dimensions plus grandes, pour augmenter la vitesse ou le rayon d'action, dans la mesure qu'on jugerait utile.

» Tout ce qui concerne l'habitabilité et la navigation a été prévu dans la mesure du possible; des réservoirs d'air comprimé permettent de renouveler l'atmosphère ambiante et de régler la pression intérieure; des réservoirs d'eau, vidés ou remplis par une pompe mue par une petite machine électrique, permettent de régler à chaque instant la flottabilité et l'assiette; deux gouvernails, l'un vertical, l'autre horizontal, actionnés également par

des machines électriques, donnent la faculté de suivre la route voulue en direction comme en profondeur; des lampes à incandescence éclairent l'intérieur; enfin un appareil optique spécial permet de voir dans l'air, lorsqu'on est près de la surface, et dans l'eau lorsque l'on plonge.

» La réussite d'un pareil bateau paraît donc assurée, et son prix n'aurait rien d'excessif.

» J'ajouterai, en terminant, que j'ai cru devoir, avant de faire la présente Communication à l'Académie, m'assurer de l'assentiment du Ministre de la Marine, qui a l'esprit si ouvert à toutes les idées nouvelles. Il n'a vu aucun inconvénient à divulguer, dans la mesure que comportait cette Note, la conception de M. Dupuy de Lôme, et j'ai été heureux de pouvoir établir, à l'honneur de sa mémoire, que notre plus illustre ingénieur naval avait posé les vrais principes de la navigation sous-marine, comme il avait posé ceux de la navigation aérienne. »

NAVIGATION. — *Remarque, à propos de la Communication précédente de M.* Zédé, *sur les projets de M.* Dupuy de Lôme *pour un bateau sous-marin;* par M. l'amiral **Pâris**.

« Il ne peut être question de navire sous-marin, sans qu'il y ait lieu de rappeler qu'en 1858 M. l'amiral Bourgois, alors capitaine de vaisseau, proposa les plans d'un bateau de cette sorte, pour l'exécution duquel on l'associa avec M. Brun, ingénieur de la Marine, comme, en 1847, il l'avait été avec M. Moll pour les premiers essais rationnels et complets de l'hélice, alors tout à fait inappréciée.

» Dans la couception de son bateau sous-marin, l'amiral Bourgois dut naturellement employer les seules ressources possédées à son époque, puisqu'on ne pouvait se servir de la machine à vapeur sous l'eau; il adopta donc l'air comprimé, usité depuis, avec succès, pour les torpilles automobiles, et il l'utilisa, non seulement comme moteur, mais comme moyen de faire vivre les hommes sans ressources additionnelles et même comme moyen de salut, si, entraîné vers le fond, il devenait urgent de remonter vers la surface; ce qui était obtenu en expulsant l'eau contenue dans des réservoirs où elle servait de lest pour faire couler. Les cylindres contenant l'air comprimé se trouvaient placés dans les extrémités étroites du bateau et sur les côtés de la chambre, où se trouvait la machine travaillant dans le principe à 12^{atm}. Les cylindres obliques agissaient deux à deux et elle fut

exécutée à Rochefort par M. Brun. Une des difficultés était de se tenir à un niveau constant une fois immergé : on y pourvut par deux gouvernails horizontaux placés derrière et à côté du gouvernail vertical, qui donnait la direction guidée par une boussole, comme la profondeur où l'on se trouvait l'était par l'échelle d'un baromètre. On éprouva combien il est difficile de suppléer par l'attention à suivre des instruments, à l'admirable sensibilité nerveuse des animaux, qui font agir ou arrêter les nombreux mécanismes de leur organisation sans y penser. L'entente de MM. Bourgois et Brun produisit beaucoup de perfectionnements de détails, et tout fut assez bien disposé pour marcher plusieurs fois entre deux eaux, et y maintenir assez bien le niveau. Ces messieurs firent de nombreux essais, et M. Doré, lieutenant de vaisseau, qui commandait l'équipage, navigua plusieurs fois en rade de Rochefort. Si, à cette époque, la torpille avait attiré l'attention, comme elle l'a fait depuis, le *Plongeur* aurait eu de nombreuses imitations et serait devenu un objet de matériel de guerre comme, depuis, les bateaux Thornicroft. Mais le peu d'importance attaché alors au nouvel engin de destruction fit oublier le premier bateau capable de le porter sous l'eau. Il n'en est pas moins constant qu'en 1858 il a navigué sous l'eau et résolu le problème d'une manière pratique. On peut du reste en voir la preuve au Musée de Marine, où son modèle montre à jour toutes les dispositions de l'intérieur et du mécanisme. Pour compléter, il y a lieu de dire que le *Plongeur* avait $42^{m},50$ de longueur, 6^{m} de largeur et 3^{m} de profondeur. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur un compteur de vapeur et fluides à hautes pressions*. Note de M. Henri Parenty, présentée par M. Maurice Lévy.

« 1^{kg} d'eau à $0°$, pour se transformer en vapeur saturée à des tensions comprises entre 0^{atm} et 10^{atm}, exige une quantité totale de chaleur sensiblement indépendante de ces tensions et égale à 650^{cal} environ. On doit conclure de là que 1^{kg} de vapeur vaut 650^{cal}. Il n'a, du reste, aucune autre valeur industrielle. Cette équivalence rationnelle entre un poids de vapeur et une quantité de chaleur permet de ramener, sans restrictions, l'étude de la production de la vapeur d'eau à une opération de pesage. Pour une production continue, les pesées doivent être continues et se totaliser dans un résultat d'ensemble. On est donc tout naturellement conduit à utiliser les lois de l'écoulement des fluides pesants à travers les orifices. Mais, en pra-

tique, le *manomètre compteur* est une simple balance dont un plateau supporte à chaque instant des poids de mercure considérables et proportionnels aux débits. Un intégrateur spécial enregistre et totalise les pesées.

1° *Rhéomètre.* — C'est essentiellement un diaphragme, placé à l'intérieur et en tête de la conduite générale et muni d'un orifice jaugé, de forme conique. Un second cône placé dans l'axe du premier, mais dirigé en sens contraire, peut restituer au courant fluide, après son jaugeage, une portion notable de la pression perdue $p_0 - p_2$.

Si la tension et la sursaturation varient peu, si p_0 et p_2 sont très rapprochés, enfin si l'on néglige les refroidissements et condensations, le débit en poids

$$D = K\sqrt{p_0 - p_2},$$

et la production pendant un temps $t_0 - t_1$

$$Q = K\int_{t_0}^{t_1} \sqrt{p_0 - p_2}\, dt.$$

Telle est la formule approchée que je vais mécaniquement résoudre et intégrer.

2° *Manomètre différentiel à mercure.* — Le tube est fixe et la cuvette, mobile suivant la verticale, est suspendue à l'extrémité d'un fléau de balance. Les pressions p_0 et p_2 agissent simultanément sur les deux niveaux libres du mercure, et, quelle que soit la forme de l'appareil, le poids apparent Π de la cuvette définit à chaque instant le débit D,

$$\Pi = f(D).$$

» Mais, en prenant pour tube, à partir du zéro manométrique, une surface de révolution, dont la méridienne a pour formule

$$x = a(b + z)^{-\frac{1}{4}},$$

j'ai pu donner une même expression à ces deux valeurs et proportionner constamment le poids de la cuvette au débit de la conduite, les variations de ce poids aux variations de ce débit

$$\Pi = kD, \qquad d\Pi = k\, dD.$$

» En un mot, la précision de l'appareil est constante à tous les points de l'échelle.

» 3° *Fléau.* — Il porte une série de couteaux disposés sur la même ligne horizontale et soutient, d'une part, la cuvette et, d'autre part, les organes de pesage, d'enregistrement et, au besoin, des corrections.

» 4° *Came de pesage.* — J'ai fixé sur un même axe horizontal une poulie circulaire et une came spirale, dont le profil est facilement déterminé par cette condition d'avoir pour podaire la courbe

$$\rho = a\omega + b;$$

sur la gorge de la poulie s'enroule un brin flexible vertical, attaché, d'autre part, à l'extrémité du fléau. Sur la gorge de la came, s'enroule un second brin supportant un contre-poids de valeur déterminée. Les variations du poids de la cuvette sont transmises au système et lui impriment des rotations proportionnelles au débit et *indiquées* sur un *cadran* de divisions égales.

» 5° *Intégrateur et enregistreur graphique.* — Le précédent mécanisme transmet à tous les points du fléau des déplacements proportionnels aux débits. Il est donc facile de suspendre à l'un des couteaux, soit un chronomètre dont le plateau se meut verticalement contre la jante de la roulette des unités d'un compteur à cadrans, soit un style enregistrant la courbe des débits sur un cylindre.

» 6° *Précision, justesse, perte de charge.* — La *précision* de l'appareil dépend des dimensions du manomètre : elle est donc indéfinie. La *justesse* résulte de la construction expérimentale de la came de pesage et des corrections que cette graduation directe peut apporter aux erreurs des formules ou de la construction. Enfin, on peut négliger pratiquement la *perte de charge* de quelques centimètres de mercure, éprouvée par le fluide dans son passage à travers le rhéomètre. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le problème de l'anamorphose.* Note de M. **Léon Lecornu**.

« Les beaux travaux de M. Lalanne sur les Tables graphiques et sur la Géométrie anamorphique ont montré quel intérêt il y a (chaque fois que la chose est possible) à mettre une relation donnée entre trois variables

$$\varphi(x, y, z) = 0 \tag{1}$$

sous la forme

$$a_z x' + b_z y' + c_z = 0. \qquad (2)$$

» Les notations sont ici celles de Culmann (*Traité de Statique graphique*, p. 76 de l'édition française) : x' représente une fonction de x seulement; y' une fonction de y, et a_z, b_z, c_z, trois fonctions de z. Culmann, après avoir énoncé le problème, ajoute : « On ne peut donner de règle générale » pour transformer $\varphi(x, y, z) = 0$ en $a_z x' + b_z y' + c_z = 0$. »

» La présente Note a pour but d'établir cette règle générale et de faire connaître en même temps un critérium de possibilité. Pour simplifier l'équation (2), divisons-la par c_z, que nous supposons provisoirement différent de zéro, et écrivons alors

$$Z_1 X + Z_2 Y = 1, \qquad (3)$$

équation où chaque grande lettre représente une fonction de la petite lettre correspondante. En considérant z comme une fonction de x, y et prenant les dérivées partielles par rapport à ces deux variables, il vient, avec les notations habituelles,

$$Z_1 X' + (Z_1' X + Z_2' Y) p = 0,$$
$$Z_2 Y' + (Z_1' X + Z_2' Y) q = 0;$$

d'où

$$\frac{q}{p} = \frac{Z_2}{Z_1} \times \frac{Y'}{X'}.$$

Posant

$$\log \frac{Z_2}{Z_1} = \zeta, \qquad \log X' = -\xi, \qquad \log Y' = \eta,$$

nous pouvons écrire

$$\log \frac{q}{p} = \xi + \eta + \zeta,$$

d'où

$$\frac{\partial^2}{\partial x \, \partial y}\left(\log \frac{q}{p}\right) = \zeta'' pq + \zeta' s.$$

Posant encore

$$\frac{s}{pq} = v \qquad \text{et} \qquad \frac{1}{pq} \frac{\partial^2}{\partial x \, \partial y} \log \frac{q}{p} = u,$$

nous avons

$$\zeta'' + \zeta' v = u. \qquad (4)$$

Prenons de nouveau les dérivées partielles par rapport à x et y. Il vient

$$(5)\qquad \begin{cases} p\dfrac{\partial}{\partial z}(\zeta''+\zeta' v)+\zeta'\dfrac{\partial v}{\partial x}=\dfrac{\partial u}{\partial x}, \\ q\dfrac{\partial}{\partial z}(\zeta''+\zeta' v)+\zeta'\dfrac{\partial v}{\partial y}=\dfrac{\partial u}{\partial y}; \end{cases}$$

d'où, en divisant,

$$\zeta'=\frac{q\dfrac{\partial u}{\partial x}-p\dfrac{\partial u}{\partial y}}{q\dfrac{\partial v}{\partial x}-p\dfrac{\partial v}{\partial y}}.$$

» Posant enfin

$$w=\zeta',$$

d'où

$$\frac{\partial w}{\partial x}=\zeta'' p \qquad \text{et} \qquad \frac{\partial w}{\partial y}=\zeta'' q,$$

nous avons, en tenant compte de l'équation (4),

$$(6)\qquad \frac{\dfrac{\partial w}{\partial x}}{p}=\frac{\dfrac{\partial w}{\partial y}}{q}=u-vw.$$

» Toutes les fonctions arbitraires étant éliminées, nous avons là les conditions de possibilité du problème. Étant donnée la relation (1), on la résoudra par rapport à z, et l'on formera les trois fonctions de x et de y

$$u=\frac{1}{pq}\frac{\partial^2}{\partial x\,\partial y}\log\left(\frac{q}{p}\right), \qquad v=\frac{s}{pq}, \qquad w=\frac{q\dfrac{\partial u}{\partial x}-p\dfrac{\partial u}{\partial y}}{q\dfrac{\partial v}{\partial x}-p\dfrac{\partial v}{\partial y}}.$$

» On vérifiera ensuite facilement si les identités (6) sont satisfaites. Tel est le critérium de possibilité.

» Quand le problème est reconnu possible, la première équation (6) montre que w est fonction de z, et l'on a alors

$$\zeta=\int w\,dz;$$

ζ étant ainsi obtenu par quadrature, exprimons-le en fonction de x et y, et portons sa valeur dans l'équation

$$\xi+\eta=\log\frac{q}{p}-\zeta.$$

Le second membre est nécessairement la somme d'une fonction de x et

d'une fonction de y. La première donne ξ, et la seconde η. On aura X et Y par de simples quadratures :

$$X = \int e^{-\xi}\,dx, \qquad Y = \int e^{\eta}\,dy.$$

Enfin, les relations

$$Z_1 X + Z_2 Y = 1,$$
$$Z_2 = Z_1 e^{\zeta}$$

font connaître Z_1 et Z_2.

» En résumé, il est toujours aisé de s'assurer si le problème est possible, et, quand cela est, de le résoudre par de simples opérations de quadrature.

» Pour simplifier les calculs, il est bon de remarquer que, si l'on développe la valeur $u = \frac{1}{pq}\frac{\partial^2}{\partial x\,\partial y}\log\frac{q}{p}$, on parvient sans peine aux formules suivantes :

$$v = \frac{s}{pq}, \qquad u = \frac{\frac{\partial v}{\partial y}}{q} - \frac{\frac{\partial v}{\partial x}}{p}, \qquad w = \frac{1}{u}\left(\frac{\frac{\partial u}{\partial y}}{q} - \frac{\frac{\partial u}{\partial x}}{p}\right).$$

» Lorsque le facteur c_z, par lequel nous avons divisé au début, est égal à zéro, la relation (2) prend la forme $Z = XY$ qui, par l'introduction des logarithmes, devient $Z = X + Y$. On obtiendrait la même forme lorsque, c_z étant différent de zéro, on aurait $a_z = b_z$. La formule (3) comprend donc ce cas particulier : il suffit d'y supposer $Z_1 = Z_2$. Il vient alors

$$\zeta = \log\frac{Z_2}{Z_1} = 0, \qquad \text{d'où} \qquad u = 0$$

et, par conséquent,

$$\frac{\frac{\partial v}{\partial y}}{q} = \frac{\frac{\partial v}{\partial x}}{p}.$$

La fonction w devient indéterminée. La seule condition de possibilité est donc, dans ce cas, que la quantité $\frac{s}{pq}$ puisse s'exprimer en fonction de Z. »

CALCUL GRAPHIQUE. — *Sur une nouvelle méthode générale de calcul graphique au moyen des abaques hexagonaux.* Note de M. CH. LALLEMAND, présentée par M. Jordan.

« Un grand nombre de problèmes réclament l'application répétée d'une même formule et obligent ainsi à de longs calculs. Divers moyens sont

employés pour les abréger : les *machines à calculer*, les *tables numériques* et les *abaques* ou *tables graphiques*.

» Les *machines*, outre leur prix généralement élevé, ont le défaut de s'appliquer, chacune, seulement à une catégorie restreinte de problèmes. La plus simple, la *règle à calculs*, présente, en raison même de la généralité de sa chiffraison, l'inconvénient d'exposer facilement à des fautes sur la valeur des unités.

» La construction d'une *table numérique* est chose longue et sujette à erreurs. Les résultats correspondant aux valeurs intermédiaires des variables ne s'obtiennent qu'à l'aide de calculs d'interpolation. Enfin, le procédé même est difficilement extensible à des relations renfermant plus de trois variables indépendantes.

» Les *abaques*, ou *tables graphiques* à courbes d'égale cote, échappent, en partie, à ces inconvénients, surtout depuis que M. Lalanne, avec sa *Géométrie anamorphique* (¹), a donné le moyen de transformer les courbes en cours de droites parallèles. Malheureusement, l'établissement de ces abaques exige encore parfois beaucoup de temps. L'entre-croisement des lignes fatigue les yeux et expose à des fautes. Enfin, le procédé ne peut être utilisé que pour des relations à trois variables indépendantes.

» La méthode nouvelle, dont j'aurai l'honneur de soumettre prochainement l'exposé complet à l'appréciation de l'Académie, est applicable à la résolution approchée de toute équation à variables séparées au moins par groupes de deux :

$$f(x,y) \pm \varphi(p,q) \pm \psi(u,v) \pm \chi(z,t) \pm \ldots = 0$$

et, en général, de toute équation se ramenant, par anamorphose, à cette forme.

» Cette méthode est fondée sur la propriété géométrique suivante :

» *La somme algébrique des projections d'un segment de droite sur deux axes faisant entre eux un angle de* 120° *est égale à la projection du même segment sur la bissectrice intérieure de l'angle de ces axes.*

» Le dessin des nouveaux abaques se réduit au tracé des échelles strictement indispensables pour l'inscription des données et la lecture des résultats. Ces échelles sont toutes parallèles aux trois diamètres d'un hexa-

---

(¹) L. Lalanne, *Appendice à la Météorologie de Kaemtz*, 1843; *Mémoire sur les tables graphiques et la Géométrie anamorphique* (*Annales des Ponts et Chaussées*, 1846).

gone régulier, d'où le nom d'*abaques hexagonaux*. Elles sont divisées d'après l'ingénieux principe de la *graduation des coordonnées*, dû à M. Lalanne. Des règles simples permettent de faire glisser les échelles sur elles-mêmes, ou de les transporter perpendiculairement à leur direction, de manière à donner au dessin la forme la plus condensée et la plus commode à la fois.

» Pour consulter ces abaques, on se sert d'un *indicateur* transparent, ayant la forme d'un hexagone régulier, avec ses trois diamètres. Ces diamètres ou *index* étant disposés perpendiculairement aux échelles de l'abaque, si celui-ci ne comporte pas plus de trois variables, on amène les données sous deux des index, et on lit le résultat sous le troisième diamètre, à sa rencontre avec l'échelle *ad hoc*.

» Lorsque l'abaque comprend un plus grand nombre de variables, on fait passer deux des diamètres de l'indicateur, orienté comme il vient d'être dit, par les valeurs données des deux premières variables; puis, successivement, on fait glisser l'indicateur parallèlement au diamètre non utilisé, de manière à amener, l'une après l'autre, sous les index, les valeurs de toutes les données. On lit finalement la valeur cherchée de l'inconnue sous le diamètre normal à l'échelle des résultats.

» Dans le cas le plus simple, où les variables sont individuellement séparées, on obtient des *abaques hexagonaux à échelles linéaires*.

» Lorsque plusieurs des variables de la formule proposée ne sont séparables que par groupes de deux, on remplace simplement les échelles linéaires correspondantes par des diagrammes à deux cours d'*isoplèthes* (1). On obtient alors des *abaques hexagonaux à échelles diagraphiques* (2), que l'on consulte comme les premiers. Les deux cours d'isoplèthes sont constitués par des droites parallèles et par des courbes transversales à ces droites. Lorsque la fonction binaire représentée par une échelle diagraphique peut être amenée sous la forme $f(x)\varphi(y)+\psi(x)$, une simple anamorphose permet de transformer également les courbes en lignes droites.

» On a souvent avantage à réunir dans une seule fonction deux variables séparées, et à remplacer ainsi par une échelle diagraphique les deux échelles linéaires correspondantes. Si le nombre des variables ne dépasse pas six, on obtient de la sorte un abaque à trois échelles dia-

---

(1) Expression adoptée par M. Lalanne pour désigner les lignes d'égale cote.

(2) Je dois la première idée des échelles diagraphiques à M. E. Prévot.

graphiques, où on lit, sans déplacement de l'indicateur, la valeur de l'une des variables, connaissant celles des cinq autres.

» On peut aussi, dans certains cas, remplacer une échelle diagraphique par une échelle linéaire, graduée suivant les valeurs de l'une des variables, et à laquelle on fait occuper des positions différentes suivant la valeur de la seconde variable. On forme alors un *abaque hexagonal à échelle mobile.*

» Des *abaques hexagonaux à échelle centrale*, répondant à certaines formules particulières, sont obtenus par l'addition d'une échelle diagraphique à un seul cours d'isoplèthes, que l'on consulte en se servant du centre de l'indicateur.

» On peut enfin, par des procédés graphiques, éliminer une variable auxiliaire entre deux équations et obtenir directement les échelles linéaires ou diagraphiques nécessaires, sans passer par l'élimination algébrique, qui serait le plus souvent impossible (1).

» En appliquant à ces abaques la théorie des erreurs, on obtient des formules qui donnent l'échelle à adopter pour le dessin, et le degré de précision à exiger des données du problème, pour avoir les résultats avec telle approximation donnée.

» Dans bien des cas où une exactitude absolue est de rigueur, les abaques hexagonaux peuvent fournir un moyen de contrôle commode pour reconnaître immédiatement les grosses erreurs. Enfin, grâce à la chiffraison spéciale de leurs échelles, ils présentent l'avantage de pouvoir être employés, au bout de quelques minutes seulement d'apprentissage, par des personnes qui se serviraient difficilement de la règle à calculs ordinaire (2).

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la variation produite par une élévation de température, dans la force électromotrice des couples thermo-électriques.* Note de M. **H. Le Chatelier**, présentée par M. Daubrée.

« Les couples métalliques possèdent, d'après les recherches d'Avenarius et de Tait, une force électromotrice croissant entre 0° et 400° suivant une

(1) La première idée de l'élimination graphique m'a été donnée par M. Ch. Renard.

(2) Les abaques hexagonaux sont employés couramment depuis 1883, par le Service du Nivellement général de la France, pour les calculs de correction des opérations.

fonction parabolique des températures absolues des deux soudures

$$E = A(T_1 - T_0) + B(T_1^2 - T_0^2),$$

formule qui peut être mise, lorsqu'une des soudures est maintenue dans la glace fondante, sous la forme simple

$$E = at + bt^2.$$

t, température ordinaire de la soudure chaude; a et b, constantes dépendant de la nature des couples.

» Il n'a pas été fait d'observations précises au-dessus de 400°, mais on admet que, dans la plupart des cas, la même loi continue à s'appliquer. Je me suis proposé de soumettre au contrôle de l'expérience cette hypothèse, dont l'exactitude présenterait une très grande importance au point de vue de la mesure des températures élevées par les courants thermo-électriques.

» Dans ces recherches, j'ai employé pour l'évaluation des températures les points de fusion d'un certain nombre de métaux, et pour la mesure des forces électromotrices le galvanomètre apériodique de MM. Deprez et d'Arsonval. Dans l'instrument que j'avais entre les mains, la proportionnalité des intensités aux déplacements de l'image mobile se vérifiait à 1 pour 100 près entre les divisions 10 et 150. Les couples formés de fils de $0^{mm},5$ de diamètre et 1^m de longueur présentaient une résistance inférieure à 1 pour 100 de celle du galvanomètre.

» Pour faire les expériences, la soudure du couple recouverte d'un enduit protecteur de magnésie était entourée d'une feuille de métal fusible et placée au centre d'un creuset chauffé dans un four Forquignon. Le point de fusion était indiqué par un arrêt momentané dans le déplacement de l'image mobile du fil.

» Il résulte de mes recherches que la loi d'Avenarius et Tait continue à se vérifier au-dessus de 400° avec une approximation égale à celle qu'elle comporte au-dessous, jusqu'à une certaine température limite, variable avec la nature des couples considérés. Il paraît donc vraisemblable que, dans cet intervalle de température, c'est bien là la loi mathématique du phénomène, et que les écarts observés doivent être attribués aux irrégularités bien connues des couples thermo-électriques. Au-dessus de la température limite, la formule établie pour les températures inférieures cesse brusquement de s'appliquer et doit être remplacée par une seconde formule de même nature dont les coefficients seuls diffèrent. C'est, du moins, ce qui

semble résulter des expériences sur les couples platine pur, platine iridié. Avec les autres couples, les expériences ne sont pas assez nombreuses pour permettre de décider avec certitude s'il en est de même. Je l'ai admis *a priori* et suis parti de là pour le calcul des coefficients que je donne ici. Les coefficients a et b sont ceux de l'équation

$$E = at + bt^2,$$

déterminée en traçant sur papier quadrillé la droite

$$\frac{E}{t} = a + bt,$$

représentant le mieux l'ensemble des expériences.

» E est exprimée en microvolts.

Numéros d'ordre des couples.	Nature des couples.	Intervalles de température.	Valeur des coefficients a.	$1000b$.
1	Pt ordinaire. / Pd ordinaire.	De 0° à 1500°	+ 1,4	+ 7
2	Pt pur fondu. / Pd forgé.	De 0 à 1500	+ 4,3	+ 7,3
3	Pt pur fondu. / Pt + 10 p. 100 Ir.	De 0 à 1000	− 8,6	− 3,6
		De 1000 à 1775	−12,2	+ 0,6
4	Pt pur fondu. / Pt + 20 p. 100 Ir.	De 0 à 1000	−11,3	− 5,2
		De 1000 à 1775	−16,8	− 0,2
5	Pt pur fondu. / Pt + 10 p. 100 Rh.	De 0 à 1300	− 4,3	− 4,4
		De 1300 à 1775	−14,5	+ 3,1
6	Pt pur fondu. / Pt + 5 p. 100 Cu.	De 0 à 1500	− 1,3	− 2,4
7	Pt pur fondu. / Fe forgé.	De 0 à 700	−16,6	+ 9,6
		De 700 à 1000	− 2,5	−10,5

Le Tableau suivant donne, dans une première colonne, les points de fusion admis pour les métaux et, dans les colonnes suivantes, les mêmes températures calculées d'après les expériences faites avec chaque couple. L'écart des températures correspondantes indique le degré d'approximation avec lequel se vérifie la loi étudiée ici. Dans les cas où l'on n'a pu disposer que de deux expériences pour le calcul des coefficients, il n'y a, bien entendu, pas de vérification possible; les températures calculées ont

alors été mises entre parenthèses; elles sont nécessairement identiques aux points de fusion correspondants.

	Point de fusion et d'ébullition.	Températures calculées.						
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
HO	100°	100° / 120	95° / 115	90° / 110	90° / 98	100° / 105	»°	100
Pb...........	330	320	»	320	310	330	330	310
Zn...........	410	420	400 / 410	430	410 / 430	430	»	
Al...........	650	»	»	650	»	660	»	670
Ag...........	954	940	955 / 965	935 / 955	935	945	945	(955)
Au...........	1045	1045	1035	1025	1055	1035	»	(1045
Cu...........	1055	»	»	1065	1065	1065	»	(1060)
Pd...........	1500	1490	1540	»	1500	(1500)	1500	»
Pt............	1775	»	»	(1765)	1775	(1775)	»	»

» On voit par ces chiffres que les écarts entre les températures réelles et les températures calculées ne dépassent pas 20°, et ne diffèrent pas de ceux qu'occasionnent, à une même température, les irrégularités des couples. On peut donc, par ce procédé, obtenir, en se servant d'une formule à deux paramètres, la mesure des températures avec une incertitude de 20° seulement. Cette approximation, qui ne serait pas acceptable aux basses températures, est, au contraire, très satisfaisante pour les températures supérieures à 500°. Ce résultat est obtenu sans prendre aucune précaution spéciale capable d'assurer la régularité des couples.

» J'ai, en effet, dans ces expériences, fait intentionnellement varier les conditions capables d'amener quelques perturbations; c'est là ce qui explique les discordances relativement énormes des chiffres obtenus à la température de 100°. Je me proposais d'étudier les causes de ces irrégularités, je reviendrai prochainement sur ce sujet. »

PHOTOGRAPHIE. — *Sur une nouvelle méthode de reproduction photographique, sans objectif, et par simple réflexion de la lumière.* Note de M. **Boudet de Paris**, présentée par M. Lippmann.

« Dans une Communication faite à la Société internationale des Électriciens, le 3 mars dernier, j'ai montré que les propriétés actiniques de l'*effluve*

électrique permettent de reproduire photographiquement un objet plan quelconque, simplement posé sur une plaque préparée au gélatinobromure d'argent. J'ai ajouté que les résultats ainsi obtenus deviennent beaucoup plus nets et plus intenses lorsque l'effluve est *réfléchi* par un miroir plan servant de support à la plaque photographique.

» Les effets produits par la *lueur électrique réfléchie* m'ont engagé à tenter d'autres recherches, dont j'ai l'honneur de soumettre aujourd'hui les résultats à l'Académie.

» Une plaque au gélatinobromure est posée à plat sur un miroir plan, le côté sensibilisé en haut; sur cette surface sensibilisée, on place le dessin ou la photographie que l'on veut reproduire; pour éviter tout effet de transparence, on ajoute par-dessus un carton très épais, ou mieux un papier noirci; puis on recouvre avec un carreau de verre ordinaire, qui permet de maintenir en contact tout cet assemblage. Ensuite on expose pendant quelques secondes à la lumière d'une lampe Carcel, à $0^m,25$ ou $0^m,30$ de distance, et en inclinant le miroir sous divers plans, de façon à permettre aux rayons lumineux de pénétrer obliquement sous tous les points de l'objet à reproduire. On développe enfin le cliché et on le fixe selon la méthode ordinaire.

» Je joins à cette Note plusieurs clichés obtenus d'après ce procédé. Ils prouvent suffisamment qu'*un dessin, une photographie, un objet plan quelconque, peuvent être reproduits photographiquement sans le secours des appareils ordinaires et à la lumière d'une lampe Carcel*.

» De nombreuses expériences, répétées sous toutes les formes, m'ont démontré que l'impression du bromure d'argent n'a lieu, sans appareil à lentilles, qu'à la condition que la lumière soit *réfléchie;* je n'ai jamais rien pu obtenir avec la lumière directe.

» J'ai pensé que ces expériences, si faciles à répéter, intéresseraient les physiciens, et je serais heureux si elles pouvaient servir de point de départ à des recherches scientifiques plus importantes. »

CHIMIE. — *Sur les tungstates et chlorotungstates de cérium.* Note de M. P. Didier, présentée par M. Debray.

« En poursuivant les recherches par voie sèche que j'ai entreprises sur les composés du cérium, j'ai fait agir le tungstate de soude sur le chlorure de cérium fondu. Il semble que cette réaction doive donner naissance au

tungstate de cérium cristallisé. En réalité, il se forme, comme dans l'action des phosphates alcalins sur les chlorures, des composés chlorés qui jusqu'ici n'étaient pas connus. Je résume rapidement l'ensemble de mes expériences sur ce sujet et sur la préparation du tungstate de cérium cristallisé.

» 1. *Chlorotungstates de cérium.* — En maintenant en fusion, à l'abri de toute action réductrice ou oxydante, un mélange de 1 partie de tungstate neutre de soude et de 1 partie de chlorure de cérium anhydre, avec ou sans fondant, on obtient, après refroidissement, des cristaux jaune-miel. Ces cristaux agissent énergiquement sur la lumière polarisée; ils sont allongés, striés longitudinalement ou cannelés, mais ne présentent pas de pointements terminaux; leurs extrémités sont toujours légèrement corrodées. Très soigneusement lavés, ils contiennent encore du chlore. Leur composition correspond à la formule $3(CeO, TuO^3) + CeCl$, avec $Ce = 47$.

» 2. Si l'on répète la même expérience en employant un excès de chlorure de cérium, on obtient d'autres cristaux, d'un aspect absolument différent. Ils se présentent en tables nettement hexagonales, rouge foncé ou jaunâtre suivant leur épaisseur. Ils sont identiques d'aspect avec le produit découvert par Radominski en étudiant l'action du tungstate de soude sur le mélange des chlorures de la cérite et qu'il n'avait pas analysé. Ce ne sont pas de véritables chlorotungstates, ainsi que le croyait Radominski. La formule qui répond le mieux à leur analyse est

$$3(Ce^3O^2Cl), 2TuO^3 \text{ ou } (Ce\Theta Cl)^3 \mathrm{Tu}\Theta^3 \text{ avec } \mathrm{Ce} = 141 \text{ et } \Theta = 16,$$

et en supposant que tout leur chlore est combiné au cérium, qui est d'ailleurs entièrement au minimum.

» J'ai également préparé ces cristaux rouges, en répétant l'expérience par laquelle M. Debray a obtenu le tungstate de fer cristallisé, c'est-à-dire en faisant passer, à haute température, un courant d'acide chlorhydrique sur un mélange d'oxyde cérosocérique et d'acide tungstique.

» 3. *Tungstates de cérium.* — On obtient de véritables tungstates en employant un tungstate de soude acide (paratungstate) en fusion et l'oxyde cérosocérique, qu'on y projette par petites portions, en quantité insuffisante pour neutraliser l'excès d'acide. On sépare ensuite par l'eau une poudre cristalline, formée d'octaèdres tout à fait analogues aux cristaux de scheelite. L'analyse montre qu'ils constituent le tungstate neutre CeO, TuO^3.

» La fusion, à l'abri de l'action de l'air, du tungstate céreux précipité et du chlorure de sodium donne un résidu d'octaèdres plus brillants et plus gros qui ont la même composition.

» Enfin, en dissolvant le tungstate de cérium précipité dans le tungstate neutre de soude, on obtient une masse cristalline ayant l'aspect des octaèdres de soufre. C'est un tungstate double $NaO, TuO^3 + CeO, TuO^3$.

» MM. Cossa et Zecchini (¹) avaient déjà obtenu, par fusion du tungstate de cérium amorphe seul ou avec du chlorure de potassium, un tungstate cristallin dont ils n'ont pas déterminé la forme.

» 4. *Molybdate de cérium.* — Les mêmes expériences répétées avec le molybdate neutre de soude et le chlorure céreux, ou le molybdate acide et l'oxyde cérosocérique, m'ont toujours donné dans les deux cas le molybdate neutre CeO, MoO^3. Ce corps est en cristaux jaunes si l'atmosphère est restée inerte, verts ou noirâtres s'ils ont subi un commencement de réduction. Cette dernière variété avait seule été signalée par Radominski, en même temps que le chlorotungstate rouge (²). Mais ce chimiste n'en a pas non plus donné l'analyse.

» Le molybdate et le tungstate neutres de cérium paraissent avoir la forme de la schéelite. Je ferai remarquer que M. Cossa (³), qui a préparé les molybdate et tungstate de didyme tout autrement que moi, a fait ressortir nettement leur isomorphisme avec les sels correspondant de chaux et de plomb.

» Je n'ai pu jusqu'à présent obtenir de chloromolybdate de cérium bien défini. L'acide molybdique, dans tous les essais que j'ai tentés, se volatilisait presque totalement et l'on ne retrouvait dans la nacelle de platine employée que des paillettes de l'oxychlorure Ce^3O^2Cl, qui se forme toujours par oxydation modérée du chlorure, comme je l'ai indiqué (⁴) dans une précédente Communication (⁵).

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur l'élimination de l'oxyde de carbone après un empoisonnement partiel.* Note de M. N. GRÉHANT.

« Dans un travail qui a paru dans les *Archives de Pflüger* en 1881 et qui a été effectué dans le laboratoire de M. Hermann, à Zurich, M. Kreis a re-

---

(¹) *Atti della R. Accademia dei Lincei, Memorie,* V, p. 152; 1880.
(²) *Bulletin de la Société chimique de Paris,* t. XXIII, p. 194; 1875.
(³) *Atti della R. Accademia dei Lincei, Memorie,* t. III, p. 17; *Transunti,* t. III, p. 26, et *Comptes rendus,* t. XCVIII, p. 990.
(⁴) *Comptes rendus,* t. CI, p. 882.
(⁵) Ce travail a été fait au laboratoire des Hautes Études de l'École Normale supérieure.

cherché ce que devient l'oxyde de carbone après un empoisonnement produit par ce gaz et il est arrivé à des conclusions tout à fait opposées à celles que j'ai publiées. Pour M. Kreis, l'oxyde de carbone ne serait éliminé en nature qu'en petite quantité et la majeure partie de ce gaz serait transformée en acide carbonique. En injectant dans le sang d'un lapin 35^{cc} de sang oxycarboné, contenant $6^{cc},3$ d'oxyde de carbone, ce physiologiste a retrouvé seulement dans l'air expiré $\frac{1}{4}$ de ce volume et il en conclut que les $\frac{3}{4}$ de l'oxyde de carbone ont été transformés en acide carbonique. Je suis persuadé que ce résultat tient à ce que le dosage de l'oxyde de carbone par la méthode employée par M. Kreis a été incomplet. En effet, ayant répété la même expérience et ayant injecté chez un lapin du sang oxycarboné qui renfermait $3^{cc},3$ d'oxyde de carbone, j'ai retrouvé dans l'air expiré par l'animal 3^{cc} de ce gaz ou les $\frac{9}{10}$ de l'oxyde de carbone qui avait été injecté dans le sang. Pour obtenir ce résultat, il est nécessaire de faire passer très lentement, bulle à bulle, les gaz expirés et recueillis dans un ballon de caoutchouc, à travers des flacons de Durand à potasse, un tube de baryte témoin, un tube en verre de Bohême rempli de tournure de cuivre chauffée au rouge, puis à travers un long tube à eau de baryte peu incliné sur l'horizon : l'oxyde de carbone est transformé en acide carbonique qui précipite la baryte; le carbonate de baryte reste adhérent au tube de verre qui amène les gaz; on le décompose par un acide, en opérant dans le vide et en recueillant l'acide carbonique avec la pompe à mercure.

» Une autre expérience faite sur le chien a donné un résultat encore plus décisif. Nous avons mesuré, M. Quinquaud et moi, chez cet animal, la quantité totale du sang par le procédé que nous avons fait connaître et nous avons trouvé 1307^{cc}. Les capacités respiratoires du sang normal et du sang empoisonné par l'oxyde de carbone, lors de la mesure, étaient 22,9 et 12,4 ; donc 100^{cc} de sang contenaient $22,9 - 12,4 = 10^{cc},5$ d'oxyde de carbone : j'ai laissé l'animal respirer dans l'air pendant une heure et j'ai mesuré au compteur à gaz le volume d'air qui avait traversé les poumons ; il était égal à 237^{lit}, volume assez considérable pour qu'il ne soit pas possible d'admettre qu'il soit resté dans les poumons la moindre trace d'oxyde de carbone ayant servi à l'empoisonnement partiel ; j'ai pris dans l'artère carotide un troisième échantillon de sang et j'ai recueilli l'air expiré pendant dix minutes.

» La capacité respiratoire du sang, une heure après l'empoisonnement partiel, a été trouvée égale à 16,9, elle était accrue de $16,9 - 12,4 = 4,5$; ainsi 100^{cc} de sang absorbaient $4^{cc},5$ d'oxygène en plus. Admettons que ce

volume d'oxygène remplaçait $4^{cc},5$ d'oxyde de carbone exhalé en nature, 1307^{cc} de sang auraient exhalé $13,07 \times 4,5 = 58^{cc},8$ d'oxyde de carbone; combien auraient-ils exhalé en dix minutes? On a la proportion $\frac{60}{58,8} = \frac{10}{x}$, d'où $x = 9^{cc},8$.

» Or, en décomposant le précipité de carbonate de baryte obtenu par un barbotage très lent (ayant duré plusieurs jours et plusieurs nuits), des gaz expirés recueillis pendant dix minutes, une heure après la fin de l'intoxication partielle, j'ai trouvé le même nombre $9^{cc},8$ d'acide carbonique ou d'oxyde de carbone, nombre identique au précédent. Cette expérience permet d'affirmer que l'oxyde de carbone ne brûle pas dans l'organisme et qu'il est entièrement éliminé en nature. »

THÉRAPEUTIQUE. — *Recherches sur l'action thérapeutique de l'uréthane.* Note de MM. **A. Mairet** et **Combemale**, présentée par M. Charcot.

« Nous basant sur nos recherches physiologiques (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, 13 et 20 mars 1886), qui nous ont montré que l'uréthane a une action hypnotique, et sur les expériences et observations de différents auteurs affirmant cette même action, nous avons essayé l'emploi de cette substance en aliénation mentale.

» Chez 37 malades atteints d'agitation et d'insomnie sous la dépendance d'aliénations mentales de forme et de nature différentes, nous avons administré l'uréthane plus de 300 fois à des doses variant entre $0^{gr},50$ et 5^{gr} dans les vingt-quatre heures. Et afin que, si, après l'administration de l'uréthane, nous obtenions le sommeil, ce sommeil ne pût être attribué à une simple coïncidence, nous n'avons employé cette substance que sur des malades chez lesquels nous connaissions l'évolution de l'agitation et, dans les cas où cette évolution ne nous était pas connue, nous avons donné ce médicament au même malade à différentes reprises. L'uréthane, dissous dans une potion aqueuse édulcorée et aromatisée, était administré par la bouche, en une seule fois, le soir, un quart d'heure avant le coucher.

» Au point de vue de leur forme et de leur nature, nos 37 cas d'aliénation mentale doivent être divisés de la manière suivante : manie, 13; lypémanie, 2; folie des persécutions avec perversions sensorielles, 3; démence simple consécutive à la manie ou à la lypémanie, 9; démence par athéromasie, 3; démence paralytique, 7.

» Dans la démence par athéromasie et dans la démence paralytique, et

cela malgré les doses élevées que nous avons employées, nous n'avons obtenu aucun effet hypnotique précis. Dans les autres formes d'aliénation mentale (manie, lypémanie, folie des persécutions, démence simple consécutive à la manie et à la lypémanie), les effets varient suivant l'intensité de l'agitation. Lorsque l'agitation est trop considérable, il ne se produit aucune action somnifère : il semble même que le médicament augmente la surexcitation. Lorsque l'agitation est moins intense, on obtient le sommeil, sommeil qui présente les caractères suivants : il est calme, régulier, sans cauchemar, cède facilement aux excitations extérieures, mais reprend aussitôt que cessent ces excitations, dure de cinq à sept heures, et au réveil le malade n'accuse aucune sensation anormale. L'examen attentif que nous avons fait des différentes fonctions et de la nutrition générale ne révèle aucun trouble particulier, même lorsque l'administration du médicament est longtemps continuée, pendant quinze jours par exemple.

» Pour arriver à produire le sommeil, l'uréthane doit être administré à des doses variant entre 2^{gr} et 5^{gr}, suivant les cas; au-dessous de ces doses nous n'avons rien obtenu. Lorsqu'on emploie dès le début la dose maxima (5^{gr}), si cette dose ne produit pas le sommeil dès la première prise, l'administration du médicament ne doit pas être continuée : il resterait sans action.

» L'effet hypnotique se fait généralement sentir très rapidement; parfois cependant, mais rarement, il peut se faire attendre une heure ou deux. L'action somnifère de l'uréthane s'use assez vite. Au bout de trois jours, dans certains cas, six jours ou sept jours dans d'autres, cette action est épuisée, et il faut laisser le malade se reposer pendant quelques jours, si l'on veut demander les mêmes bons effets à l'uréthane. Il est à remarquer que, dans les limites indiquées ci-dessus, plus le sommeil produit est rapide et profond, plus vite s'use l'action de l'uréthane.

» Tels sont les résultats que nous a donnés l'emploi de l'uréthane chez les aliénés. Des faits qui précèdent il résulte : 1° que, dans les cas où le cerveau est altéré organiquement (démence par athéromasie, démence paralytique), l'uréthane n'a aucune action somnifère ; 2° que, dans les cas d'aliénation mentale fonctionnelle, peu importe la forme revêtue par cette dernière : l'uréthane peut avoir une action hypnotique, à la condition que l'insomnie ne soit pas liée à une agitation trop intense.

» Comment agit l'uréthane pour produire le sommeil? Nos recherches physiologiques (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, 20 mars 1886) nous ayant indiqué que cette substance porte primitivement son action sur le

système nerveux et que le sommeil qui est la conséquence de cette action s'accompagne d'une congestion active et passive, surtout passive, de l'encéphale, nous devons nous demander si ce n'est pas exclusivement dans les cas d'aliénation mentale avec anémie cérébrale que cette substance exerce ses effets hypnotiques. Les faits nous démontrent qu'il n'en est pas ainsi. En effet, d'une part, nous avons vu le sommeil être procuré à des malades chez lesquels l'insomnie s'accompagnait de phénomènes congestifs de l'encéphale; et, d'autre part, nos recherches nous prouvent que ce sommeil est indépendant de la circulation générale : les lésions cardiaques ne le favorisent ni ne l'entravent. Un autre élément que la circulation doit donc intervenir pour expliquer l'action hypnotique de l'uréthane. Or, si nous comparons entre eux les faits dans lesquels cette substance a amené le sommeil, nous voyons que tous ces faits ont un élément commun, la mauvaise nutrition. C'est, en effet, dans les cas où la nutrition générale est altérée et où la cellule nerveuse mal nourrie est affaiblie, d'où non seulement surexcitation cérébrale, mais encore éréthisme nerveux plus ou moins considérable, que l'uréthane produit le sommeil, lequel serait, par conséquent, surtout dû à une action directe sur la cellule nerveuse.

» En aliénation mentale, l'uréthane répond donc, comme agent hypnotique, à des indications restreintes, mais précises; aussi, quoique son action somnifère soit moins marquée que celle d'autres médicaments, tels que le chloral, l'opium, la belladone, etc., les observations comparatives que nous avons faites entre ces diverses substances nous le montrent réussissant dans des cas où échouent ces médicaments; de plus, à cause de son innocuité, l'uréthane a parfois des avantages réels sur les autres hypnotiques que certains malades ne peuvent supporter. »

ZOOLOGIE. — *Sur la ponte des Doris.* Note de M. **E. Bolot**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Chez la plupart des Gastéropodes, les annexes de l'organe femelle de la reproduction sont espacées le long de l'oviducte et bien distinctes les unes des autres. Chez les Doris elles sont réunies en une seule masse connue sous le nom de *glande de l'albumine*.

» La dissection de cet appareil est à peu près impossible en l'état de vacuité, car ses éléments très mous se gonflent sous l'eau en une masse diffluente confuse; mais, en me plaçant au moment de la ponte, j'ai pu suivre,

grâce à leur couleur jaune, le trajet des œufs et, en les examinant au fur à mesure de leurs progrès, reconnaître les différents points de la glande où ils reçoivent les parties accessoires qui en font une ponte parfaite.

» Mes recherches ont porté principalement sur la Doris tuberculeuse, qui m'a été fournie en abondance au laboratoire de M. de Lacaze-Duthiers, à Banyuls-sur-Mer.

» Je ne décrirai pas la glande de l'albumine ni la ponte qui sont connues : je ferai seulement remarquer que tout le bord externe de la glande présente des circonvolutions de tubes contournés et que, dans la ponte, on peut reconnaître à un examen attentif que les œufs sont disposés en séries linéaires transversales.

» Les vitellus fécondés pénètrent dans un large canal dont est creusé le noyau opaque enchâssé à la face postérieure de la glande et y reçoivent une première enveloppe albumineuse : cette portion de la glande mérite donc seule le nom de *glande de l'albumine*. Elle est formée de tubes ramifiés, débouchant dans le canal central et tapissés de grosses cellules irrégulières munies d'un gros noyau.

» A ce large canal font suite trois ou quatre étroits conduits, où les œufs reçoivent leur coque transparente. C'est la glande de la coque. Je n'ai pu saisir de différence bien marquée entre les éléments sécréteurs de la coque et de la glaire; les cellules sécrétant la coque ont seulement des dimensions plus faibles. Ces deux premières portions diffèrent, par leur aspect, du reste de la glande. Hancock les désignait sous le nom de *portion opaque* de la glande de l'albumine.

» Les œufs, pour former une ponte, n'ont plus à recevoir que leur enveloppe glaireuse. Ils la reçoivent en deux fois.

» Aux canaux de la glande de la coque font suite les tubes contournés qui occupent le bord externe de la glande. Les œufs, en les traversant, sont enveloppés d'une couche glaireuse cylindrique et en sortent sous forme de longs chapelets.

» Tous ces chapelets d'œufs tombent dans la longue fente qui occupe le centre de la glande. Les parois de cette fente, anfractueuses au côté externe où débouchent les tubes contournés, deviennent lisses dans ses portions centrale et interne. Les chapelets d'œufs y sont agglutinés par la sécrétion glaireuse des parois et, en traversant ce laminoir, prennent la forme rubanée que présente la ponte.

» Les éléments anatomiques tapissant les tubes contournés et les parois de la fente sont des cellules allongées, très granuleuses, pourvues d'un gros

noyau et disposées en palissade sur une seule couche; elles offrent de plus grandes dimensions sur les parois de la fente.

» La glande est traversée par une lame conjonctive parallèle aux faces, qui lui sert de soutien.

» Dans une ponte de Doris, on peut arriver à isoler les chapelets d'œufs de la masse glaireuse commune qui les réunit, soit mécaniquement, soit plus facilement au moyen de l'acide acétique, dont il ne faut pas trop prolonger l'action, car il dissoudrait aussi la glaire des chapelets. Cette expérience réussit très facilement sur la ponte de la *Doris testudinaria*.

» Cette dernière espèce de Doris présente, comme particularité anatomique, sur le trajet du canal déférent, un organe connu chez d'autres Gastéropodes sous le nom de *prostate*, mais qui n'a pas encore été, je crois, signalé chez les Nudibranches. On trouve aussi, à l'orifice du canal copulateur, une petite glande en cul-de-sac. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Sur quelques variations individuelles de structure des organes chez les Ascidies simples.* Note de M. **Louis Roule** [1], présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Chez le plus grand nombre des Ascidies, le conduit excréteur de la glande placée au-dessous du ganglion nerveux s'ouvre dans la cavité siphono-branchiale, vers la base du siphon buccal; cette ouverture, loin de consister en un simple pore, possède des parois épaisses, proéminentes, diversement contournées et plissées, dont l'ensemble constitue l'*organe vibratile;* la forme de cet organe varie suivant les espèces et parfois suivant les individus, comme l'a montré en premier lieu M. Herdman (de Liverpool); mais en général, quelle que soit cette forme, l'ouverture du canal excréteur est unique. Il n'en est pas ainsi chez les *Phallusia mamillata* Cuvier et les *Ascidia Marioni* mihi; le conduit d'excrétion de la glande hypoganglionnaire, assez allongé, se ramifie sur son parcours, et ces ramifications, souvent très nombreuses, s'ouvrent d'ordinaire dans la cavité branchiale, parfois dans la cavité péribranchiale, de part et d'autre de la ligne médiane dorsale; l'extrémité périphérique du conduit se termine par un petit pore situé à la place même où existe chez les autres Ascidies le volumineux organe vibratile. En somme, dans le cas propre à ces deux

[1] Laboratoire de Zoologie de la Faculté des Sciences de Toulouse.

espèces, le canal excréteur possède plusieurs ouvertures externes au lieu d'une seule; et, après avoir examiné à ce point de vue le plus grand nombre d'individus possible, j'ai pu me convaincre que cette disposition existait chez tous et devait être considérée comme normale.

» Au cours des recherches que j'ai faites au laboratoire de Zoologie de Marseille sur l'organisation des Ascidies, il m'a été donné de trouver, chez un seul individu de *Cynthia papillosa* L. et quelques individus d'*Ascidia elongata* mihi, une structure presque semblable à celle qui existe normalement chez les *A. Marioni* et les *Ph. mamillata :* le conduit excréteur, au lieu de posséder une ouverture unique, en porte au contraire un certain nombre. Et, malgré de nombreuses investigations répétées pendant plusieurs années, il ne m'a pas été donné de retrouver d'autres individus offrant une pareille disposition; tous les organes vibratiles étaient, sauf chez les rares exemplaires signalés ci-dessus, semblables à ceux de la majorité des Ascidies et possédaient une ouverture unique. Chez les individus d'*A. elongata* pourvus d'un organe vibratile à plusieurs orifices, ces orifices, tantôt allongés et sinueux, tantôt simplement ovalaires et orientés en divers sens, étaient percés dans un mamelon épais occupant la place des organes vibratiles ordinaires et en ayant à peu près la forme; rien n'était donc changé dans la disposition générale, si ce n'est que l'extrémité périphérique du conduit, au lieu de rester simple, s'était ramifiée en un nombre variable (huit en moyenne) de canaux secondaires, ayant chacun son orifice particulier. Il n'en était pas tout à fait ainsi chez l'unique individu de *C. papillosa;* la région périphérique du conduit excréteur, fort court, de la glande hypoganglionnaire, s'était bien divisée en canaux secondaires (soixante environ) ayant chacun leurs orifices propres; mais ces orifices, loin d'être percés comme de simples pores dans un mamelon épais servant de support commun, étaient portés au sommet de petits corps cylindriques allongés et soudés par leurs bases; chaque ramification parcourait, en son axe longitudinal, un de ces corps, et s'ouvrait à l'extrémité libre par un pore arrondi; l'ensemble des corps cylindriques formait un glomérule, quelque peu plus grand que l'organe vibratile normal des *C. papillosa*, et en occupant la place.

» Cette structure particulière correspond presque entièrement à celle des *A. Marioni* et des *Ph. mamillata;* la seule différence porte sur le lieu d'origine des canaux secondaires qui, chez ces deux espèces, naissent sur tout le parcours du conduit principal, tandis qu'ils partent seulement de la région périphérique du conduit chez les individus dont l'étude fait l'objet

de cette Note. De plus, chez ces individus, une telle structure est une monstruosité, une manifestation tératologique, tandis qu'elle existe normalement chez les deux espèces mentionnées ci-dessus; et il est curieux de constater une pareille concordance entre une disposition habituelle chez certaines espèces et une disposition accidentelle chez certaines autres espèces d'Ascidies simples. Dans ce dernier cas, et autant que j'ai pu m'en assurer, cette ramification du conduit excréteur n'est pas une déformation produite par des causes étrangères à l'animal, telles que la présence de parasites ou de débris introduits fortuitement dans les tissus; la régularité de la ramification est parfaite, et il faut sans doute, pour s'expliquer de pareils phénomènes, pénétrer plus profondément dans les manifestations vitales, et reconnaître que certains organes, bien que situés dans l'intérieur même du corps et éloignés de toute influence directe des milieux extérieurs, peuvent, suivant les individus, varier de structure dans des limites considérables; et cela dans la nature, sans que l'embryon ait été soumis à des conditions tératogéniques artificielles. Des faits du même ordre, en tant que phénomènes tératologiques spontanés, ont été signalés souvent chez d'autres animaux et surtout chez les Vertébrés supérieurs; mais il est remarquable de voir, dans le cas dont il est ici question, une structure se manifester accidentellement chez quelques individus de certaines espèces, puis devenir persistante, normale, chez d'autres groupes spécifiques ou génériques, exister chez tous les représentants du groupe et devenir un caractère distinctif. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur un nouveau procédé de conservation et d'économie du houblon destiné à la brasserie.* Note de M. **Louis Boulé**, présentée par M. Larrey.

« Ce procédé consiste : 1° à séparer mécaniquement le lupulin qui adhère à la base des bractées formant le cône de la fleur du houblon; 2° à obtenir des bractées privées de lupulin, au moyen d'une lixiviation à l'eau distillée bouillante, un extrait qui est desséché dans le vide à basse température; 3° à réunir, en les mélangeant intimement, le lupulin à l'extrait sec, préalablement pulvérisé.

» Le mélange est enfermé ensuite dans des boîtes en fer-blanc, analogues à celles des conserves alimentaires. Par surcroît de précaution, on supprime, au moyen du vide, l'air contenu dans ces boîtes et on le rem-

place par de l'acide carbonique sec. Le houblon, qui perd ordinairement toutes ses qualités aromatiques d'une année à l'autre par suite de la transformation de l'huile essentielle que contient le lupulin en acide valérianique, se conserve sous cette forme, on peut dire indéfiniment.

» Les essais en brasserie ont démontré, en outre, qu'il faut moitié moins de houblon qu'avec l'ancienne méthode, en raison de l'emploi défectueux du houblon en brasserie. Il en résulte que, si ce procédé se généralise, le houblon, dont le prix est parfois très élevé, sera ramené à un prix moyen raisonnable et que, par suite, les brasseurs n'auront plus d'intérêt à lui substituer une drogue quelconque. »

M. **Faivre** adresse une Note sur une « montre solaire », ou cadran solaire portatif pouvant donner toutes les heures de la journée, à toutes les dates de l'année.

M. F. **Privat** adresse une Note sur la résistance des fluides.

M. A. **Coret** adresse une Note relative à un instrument destiné à mesurer la vitesse d'un navire ou d'un cours d'eau, instrument auquel il donne le nom de *tachomètre*.

M. Ch. **Weyher** adresse une Note portant pour titre « Mécanisme des trombes marines ou autres ».

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

A. V.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 AVRIL 1886.

PRÉSIDENCE DE M. JURIEN DE LA GRAVIÈRE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

THÉRAPEUTIQUE. — *Note complémentaire sur les résultats de l'application de la méthode de prophylaxie de la rage après morsure;* par M. L. PASTEUR.

« Le 1er mars dernier, j'ai fait connaître à l'Académie les résultats de la méthode de prophylaxie de la rage portant sur 350 personnes de tout âge, après morsure par chiens enragés. Aujourd'hui (12 avril) le nombre total des personnes traitées ou en traitement est de 726, qui se décomposent comme il suit par nationalités :

France	505
Algérie	40
Russie	75
Angleterre	25
Italie	24
Autriche-Hongrie	13
Belgique	10
Amérique (Nord)	9
A reporter	701
Report	701
Finlande	6
Allemagne	5
Portugal	5
Espagne	4
Grèce	3
Suisse	1
Brésil	1
Total	726

» Ce Tableau comprend lui-même deux listes qu'il est essentiel d'envisager séparément :

» Une première liste contient le nombre des personnes mordues par chiens, la seconde s'applique aux morsures par loups enragés.

» Le nombre de personnes traitées après morsure de chiens enragés s'élève à 688.

» Le nombre de personnes traitées après morsure de loups enragés s'élève à 38.

» Si cette distinction n'était pas faite, on s'exposerait à porter sur la méthode de prophylaxie de la rage un jugement erroné.

» Des 688 personnes traitées après morsures de chiens, toutes se portent bien (exception toujours faite du cas de la petite Pelletier). Cependant, plus de la moitié a déjà dépassé la période dangereuse.

» Des 38 Russes traités ou en traitement après morsures de loups enragés, 3 sont morts rabiques ; les autres vont bien, quant à présent ; mais il est impossible de prévoir ce qui arrivera ultérieurement. Il existe, en effet, de profondes différences entre les suites des morsures par les chiens ou par les loups.

» Plusieurs personnes ont eu l'obligeance de me faire connaître des récits très authentiques de l'effet des morsures de loups enragés, et je crois utile de publier les conclusions de leurs rapports :

» *Premier document.* — Le 27 février 1706, 8 habitants de la commune de Saint-Julien-de-Civry (Bourgogne) furent mordus par un loup enragé.

» Un succomba le même jour à ses blessures ; les 7 autres moururent tous de la rage, après une incubation qui varia de 17 à 68 jours (17, 26, 28, 42, 44, 60, 68.) (Extrait des registres mortuaires de la commune, par M. Sandre, instituteur, extrait certifié par le maire de la commune.)

» *Deuxième document.* — Le 26 décembre 1806, 9 personnes furent mordues aux environs de Bourg par un loup enragé ; 8 sont mortes de la rage. (La *Revue scientifique* qui rapporte ce fait, emprunté à une Communication du Dr Trimécourt, de la Société de Médecine de Lyon, ne dit rien des dates d'incubation.)

» *Troisième document* — Le 16 octobre 1812, 19 personnes ont été mordues dans la ville de Bar-sur-Ornain par un loup enragé. Toutes furent traitées par les docteurs Champion et Moreau, qui lavèrent leurs plaies et les cautérisèrent avec du muriate d'antimoine liquide.

» Onze sont mortes de la rage, après une incubation qui a varié de 7, 13, 15 jours à 60, 69 et 70 jours. (Communiqué à l'Institut de France, le 6 septembre 1813, par le Dr Champion.)

» *Quatrième document.* — Le 23 février 1849, un berger de Darbois, le sieur Dumont, âgé de 64 ans, a été mordu par un loup enragé. Il est mort rabique après une incubation de 32 jours. (Communication de MM. Cailletet et Mariotti.)

» *Cinquième document.* — Le 7 janvier 1866, trois personnes habitant trois communes voisines, Nant, Alques et Saint-Jean-du-Bruel, dans l'Aveyron, furent mordues par une louve enragée.

» Les trois ont pris la rage après 22, 23 et 38 jours d'incubation et sont mortes. (Communication du Dr Bompaire, à Millau, Aveyron.)

» *Sixième document.* — Le 5 octobre 1874, dans la commune de Rochette, canton de la Rochefoucauld (Charente), deux hommes furent mordus par un loup enragé qui venait de terrasser et de déchirer une petite fille.

» Après 25 et 30 jours d'incubation, ces deux hommes ont pris la rage et ont succombé. L'enfant est morte le jour même où elle a été assaillie. (Extrait du journal *le Charentais,* octobre et novembre 1874.)

» *Septième document.* — Par lettre en date du 26 mars dernier, M. le Dr Niepce, médecin des Eaux d'Allevard, signale à M. Vulpian quatre cas de morsures par loup enragé, en 1822. Les quatre personnes moururent de la rage, après des durées d'incubation de 9, de 13, de 15 et de 19 jours.

» *Huitième document.* — Les 11 et 12 mai 1811, un loup enragé mordit, dans les environs d'Avallon, diverses personnes et beaucoup de bestiaux.

» Toutes les personnes mordues succombèrent à la rage.

» Les dates des divers décès, relevées sur les registres de l'hospice, sont les suivantes :

» 24, 27, 28, 30 (deux morts) et 31 mai 1811, par conséquent 13, 16, 17, 19 et 20 jours après les morsures. [Extrait des registres de l'hospice de la ville d'Avallon (Yonne).]

» En réunissant les huit documents qui précèdent, on arrive à la proportion de 82 morts pour 100 mordus par loups enragés, et dans 6 des cas sur 8 il y a eu autant de morts que de mordus. Si l'on appliquait cette proportion, dans la mortalité, aux 19 Russes de Smolensk dont le traitement est terminé et dont 16 reprennent aujourd'hui le chemin de la Russie, ce n'est pas trois morts par rage dont on aurait à déplorer la perte, mais 15 ou 16. On ne saurait douter que le traitement a dû être efficace pour la plupart d'entre eux.

» Il y a plus : en Russie on s'accorde généralement à dire que toute personne mordue par un loup enragé est vouée à la mort par rage.

» Les faits précédents nous démontrent :

» 1° Que la durée d'incubation de la rage humaine par morsure de loups enragés est souvent très courte, beaucoup plus courte que la rage par morsures de chiens;

» 2° Que la mortalité à la suite des morsures par loup enragé est considérable si on la compare aux effets des morsures du chien.

» Ces deux propositions trouvent une explication suffisante dans le nombre, la profondeur et le siège des morsures faites par le loup qui s'a-

charne sur sa victime, l'attaque souvent à la tête et au visage. Les autopsies des trois Russes qui ont succombé à l'Hôtel-Dieu, et l'inoculation de la moelle allongée du premier de ces Russes à des chiens, des lapins et des cobayes, prouvent que le virus du loup et celui du chien ont sensiblement la même violence, et que la différence entre la rage du loup et la rage du chien tient surtout au nombre et à la nature des morsures.

» Ces faits m'ont conduit à chercher si, dans le cas de morsures par loups enragés, la méthode ne pourrait pas être utilement modifiée par des inoculations en plus grande quantité et dans un temps plus court. Je ferai part ultérieurement des résultats à l'Académie.

» Dans tous les cas, pour le loup en particulier, il est bon de se soumettre le plus tôt possible au traitement préventif. Les Russes de Smolensk ont employé six jours pour le voyage et ne sont arrivés au laboratoire que quatorze et quinze jours après les accidents. On aurait donc pu à la rigueur commencer leur traitement huit jours plus tôt, et l'on ne saurait dire quelle aurait été l'influence de cette modification pour les trois qui ont succombé. »

M. **Cosson**, à l'occasion de l'importante Communication de M. Pasteur, rappelle que, il y a plus de quarante ans, aux environs de Paucourt, dans la forêt de Montargis, où à cette époque les loups étaient très communs, deux enfants et dix-sept vaches ont succombé par suite des morsures d'un loup enragé. Ce fait, légendaire à Paucourt, a été maintes fois cité à M. Cosson.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les origines du flux électrique des nuages orageux*; par M. **Daniel Colladon** (¹).

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie mes observations sur deux orages électriques d'une remarquable intensité et de lui soumettre quelques considérations théoriques sur l'origine probable des faits constatés.

» J'ai pu suivre attentivement pendant quelques heures les phases successives de ces deux orages depuis les Hauts-Crêts, situés au sommet du

(¹) L'Académie a décidé que cette Note, quoique dépassant les limites réglementaires, serait reproduite en entier aux *Comptes rendus*.

coteau de Cologny, à 3^{km} de Genève et à 120^{m} au-dessus du niveau du lac Léman. De ce lieu on domine la partie occidentale de la vallée bornée au nord et à l'ouest par le Jura, au sud par le mont Salève et à l'est par celui des Voirons.

» Entre ces deux montagnes, c'est-à-dire au sud-est, la vaste échancrure de la vallée de l'Arve découvre un splendide panorama du massif entier du mont Blanc et des hautes aiguilles voisines, depuis la mer de Glace jusqu'au col du Bonhomme.

» Derrière ce rideau des Hautes-Alpes existe une vaste région de sommités alpestres, invisibles depuis Genève, allant du mont Iseran jusqu'au grand Saint-Bernard et s'étendant jusqu'à la plaine de Turin. Cette région est très fertile en violents orages électriques, surtout au printemps et en été, et, quand l'horizon en deçà des Alpes est libre de nuages, on a le beau spectacle du mont Blanc se dessinant en noir sur un ciel illuminé par les éclairs.

§ I. — Observations du 17 juillet 1885.

» Pendant la journée du 17 juillet et toute la nuit suivante, le ciel est resté remarquablement pur sur tout l'horizon visible depuis Genève et en particulier au sud-est, sur le mont Blanc et sur les Alpes de Chamounix.

» De $9^{h}30^{m}$ du soir jusqu'à $11^{h}30^{m}$, tout le ciel visible près de l'horizon, depuis le sommet du mont Blanc jusqu'à l'aiguille voisine à l'ouest de la Tréla-Tête, a été illuminé par une série de brillants éclairs au nombre moyen de quarante-cinq à cinquante par minute. On devinait que l'orage devait avoir son centre à plusieurs kilomètres au delà de la chaîne du mont Blanc, parce qu'aucun de ces éclairs ne laissait voir les nuages orageux qui leur donnaient naissance.

» Pendant plus de deux heures d'observation continue, l'orage a paru rester stationnaire : ce n'est que vers minuit qu'il s'est un peu déplacé à l'est; entre minuit et 1^{h}, il a paru s'éloigner : les éclairs étaient moins fréquents et la vivacité de leur lumière avait diminué.

» D'après les documents qui m'ont été transmis de l'observatoire de Moncalieri, de celui d'Ivrée et d'autres localités, l'orage est resté stationnaire de $9^{h}30^{m}$ à $11^{h}30^{m}$ sur les sommités montagneuses situées immédiatement à l'est du mont Iseran; « à Ivrée, le ciel est resté serein jusqu'à » près de minuit, heure à laquelle l'orage a éclaté avec violence; les » éclairs étaient très fréquents, la pluie mélangée de grêle a donné 27^{mm} » d'eau. Dans le jour, la chaleur avait été intense et atteint $31^{o},4$, à

» l'ombre; elle était de 27°, 2 à 9h du soir. » L'orage s'est ensuite éloigné lentement, partie vers le sud-est et partie vers l'est.

» C'est cette longue stabilité du premier centre orageux et ensuite sa marche très lente vers le sud-est qui ont caractérisé d'une manière intéressante ce violent orage électrique.

» Quelquefois les orages qui se distinguent par la succession rapide de nombreux éclairs ne restent pas stationnaires; ils se déplacent avec une vitesse de 30km à 50km et plus par heure, se dirigeant à l'ordinaire du sud-ouest au nord-est. C'est ainsi, par exemple, qu'un très violent orage électrique, accompagné d'une chute considérable de grêle, qui a traversé le canton de Genève dans la nuit du 7 au 8 juillet 1875 (1), et pour lequel le nombre moyen des éclairs dépassait soixante par minute, avait cheminé de la vallée de la Saône jusqu'à Genève, avec une vitesse de 55km par heure, et de Genève à Saint-Maurice en Valais, avec une intensité décroissante et une vitesse moyenne de 45km environ.

» Pour l'orage du 17 juillet dernier, le groupe orageux est resté sensiblement stationnaire pendant deux heures et demie et a fourni, dans ce temps, cinq ou six mille éclairs, déversant sur le sol, sous forme visible et sous forme invisible, depuis une partie restreinte de l'atmosphère, une quantité énorme d'électricité.

» M. Palmieri, l'habile expérimentateur des observatoires de Naples et du Vésuve, attribue l'abondante production d'électricité dans les nuages orageux à la condensation qui réunit les particules aqueuses en gouttes de pluie, et il en conclut que tout nuage qui se résout en pluie est une source continue d'électricité. Je suis d'accord avec le savant napolitain sur ce dernier point, mais non sur l'origine elle-même de ce courant électrique.

» Le principal électromètre de M. Palmieri porte une tige isolée, qu'on élève subitement vers la couche d'air placée au-dessus de l'appareil et qui s'électrise par le fait même de cette élévation. Si, la tige isolée restant immobile, on pouvait faire descendre l'air placé au-dessous, on obtiendrait une électrisation de la tige. Or c'est un phénomène analogue qui se produit dans l'électrisation des nuages quand ils se résolvent en pluie; l'air de ces nuages entraîné vers la terre ne peut être remplacé que par un appel con-

(1) Voir, *Comptes rendus* de 1875, 2e semestre, t. LXXXI, p. 445 à 480, et *Archives des Sciences de la Bibliothèque universelle de Genève*, juillet 1879, mon Mémoire intitulé : *Contributions à l'étude de la grêle*, p. 5.

tinu des couches d'air placées au-dessus des nuées orageuses, lesquelles lui font un apport incessant d'électricité et même de froid, tant que la pluie subsiste.

» L'expérience montre d'ailleurs que la condensation aqueuse ne produit pas d'électricité notable, tandis que c'est un fait généralement démontré en toute saison que les couches d'air supérieures aux nuages sont électrisées positivement par rapport au sol.

» Notre illustre Confrère, M. Faye, trouve l'origine de cette électrisation permanente des nuées orageuses dans un appel continu des couches d'air supérieures à ces nuées, et en cela nos idées sont entièrement d'accord; seulement il paraît vouloir attribuer, uniquement et toujours, cet appel du haut en bas des couches d'air supérieures *à des mouvements de gyration et de translation qui se manifestent invariablement dans les orages* (1).

» C'est en cela qu'il m'est impossible de rester d'accord avec lui, et les observations continuelles des orages électriques que j'ai poursuivies depuis soixante années, ainsi que celles consignées par bien des observateurs, sur des orages électriques stationnaires accompagnés de grêle, m'obligent à admettre que, à côté de ces grands orages engendrés par des mouvements gyratoires atmosphériques se transportant rapidement d'un lieu à un autre, on peut citer des cas aussi nombreux, peut-être plus, où la nuée orageuse reste longtemps stationnaire et où l'appel de la couche d'air supérieure est dû essentiellement à une averse, seule cause apparente du renouvellement incessant de l'électricité des nuages et quelquefois aussi de la congélation de leurs gouttes de pluie en grêlons.

» M. Luvini, dans ses intéressantes publications sur les phénomènes électriques des nuages, introduit un autre facteur auquel il attribue une valeur importante : c'est le dégagement d'électricité que doit produire le frottement de l'air humide contre les cirrus et les particules aqueuses qui surmontent les nuages; mais cette électrisation même suppose en premier lieu un appel de l'air supérieur et, de plus, une très violente agitation de cet air, qui prévienne la réunion immédiate des deux électricités momentanément séparées. L'opinion de M. Luvini n'est donc pas contraire à la mienne; seulement, il attribue, selon moi, une part d'action beaucoup trop exclusive aux appels gyratoires.

» J'ai exposé brièvement, dans deux précédentes Notices (2), une expli-

---

(1) *Comptes rendus*, n° 26, séance du 29 juin 1885, p. 1563.

(2) *Comptes rendus*, t. LXXXVIII, séance du 31 mars 1879, et *Archives des*

cation, que je crois nouvelle, des causes probables de cette multiplicité d'éclairs. Il me semble indispensable de reproduire, plus en détail, ces idées théoriques, pour montrer qu'elles sont justifiées par des faits authentiques et qu'elles expliquent d'une manière satisfaisante, dans bien des cas, cette persistance singulière des nuées orageuses dans un état de forte tension électrique incessamment dépensée et renouvelée.

» Toute chute d'eau à peu près verticale produit un vent consécutif dirigé vers le sol; c'est même ce vent vertical qui est souvent utilisé pour produire une compression de haut en bas de l'air contenu dans l'appareil mécanique appelé *trompe;* cet air est chassé dans un réservoir et sert à alimenter des souffleries.

» On sait aussi que toute cascade produit un violent courant d'air descendant, qui, s'étalant sur le sol, donne naissance à ce que l'on a appelé le *vent des cascades;* vent qui, pour de fortes chutes d'eau, constitue, dans certains cas, un véritable ouragan vers le pied de la chute.

» De même, chaque goutte de pluie est l'origine d'un courant d'air élémentaire vertical qui prend naissance là où la pluie commence à tomber, c'est-à-dire dans l'intérieur d'un nuage. Plus la goutte de pluie a de volume, plus ce courant d'air élémentaire vertical est notable.

» Ainsi, toute averse entraîne nécessairement avec elle un vent descendant dont le lieu de départ ou d'origine se trouve dans le sein même du nuage où s'engendrent les gouttes de pluie, et plus l'averse sera forte, plus le vent susdit augmentera d'intensité.

» Ce fait ne peut être méconnu, et, comme la pluie ne cesse d'agir de haut en bas sur l'air qu'elle a entraîné, qu'au moment où elle atteint le sol, c'est seulement là que cet air sera rendu libre et s'échappera latéralement sans avoir la possibilité de remonter au nuage d'où il est descendu.

» Il se produira donc nécessairement, dans ce nuage et aux sources même où se forme la pluie, une notable dépression atmosphérique, qui doit indispensablement être compensée par un appel d'air étranger qui ne peut venir que latéralement ou supérieurement.

» Si la colonne pluvieuse n'avait qu'un très petit diamètre, l'appel latéral pourrait se produire; mais, si l'averse a une grande amplitude, un appel latéral n'est plus possible et la dépression au sein du nuage ne peut

---

Sciences de la Bibliothèque universelle, juillet 1879; *Contributions à l'étude de la grêle,* p. 20-26.

être comblée que par un flux d'air attiré depuis la couche atmosphérique supérieure au nuage qui fournit les gouttes de pluie.

» Lorsque les nuées pluvieuses seront très denses et élevées, ce qui est un cas fréquent en été, l'air attiré des zones supérieures devra apporter avec lui une provision constamment renouvelée d'électricité positive ([1]), d'aiguilles de glace des cirrus et de petits globules d'eau à l'état de surfusion. Ce mélange d'aiguilles de glace et de globules d'eau au-dessous de zéro sera plus que suffisant pour contre-balancer le réchauffement de l'air supérieur que produirait son augmentation de densité, et la température moyenne du nuage pluvieux pourra s'abaisser notablement au-dessous de zéro.

» Ces considérations théoriques paraîtront suffisantes, dans tous les cas où l'on ne pourrait admettre l'existence d'une vaste trombe entraînant vers le sol les couches supérieures de l'atmosphère, pour expliquer, d'une manière courante et naturelle, ces deux phénomènes météorologiques, dont la cause a paru si longtemps inexplicable, savoir :

» 1° Le renouvellement rapide de la tension électrique dans la plupart des nuages orageux, malgré les décharges continuelles de leur électricité dans le sol, soit qu'elles se manifestent par une suite d'éclairs et de coups de foudre, soit qu'elles se fassent d'une manière invisible, par suite de la grande conductibilité électrique de l'air inférieur fortement chargé de pluie et d'humidité ([2]);

» 2° La formation accidentelle des grains de grésil ou des grêlons, qui apparaissent surtout dans les mois de juillet et d'août, lorsque les nuées ont leur maximum de densité et d'élévation. On sait, en effet, que dans la saison chaude les nuées orageuses ont, en général, leur partie supérieure élevée à plus de 3000^m, et l'on a constaté des cas où cette élévation surpassait 5000^m ([3]).

([1]) C'est un fait presque universellement reconnu aujourd'hui que l'électricité positive, qui règne dans les parties supérieures de l'atmosphère au-dessus des nuages, va en augmentant avec la hauteur jusqu'à une limite qui n'est pas déterminée.

([2]) L'électricité ordinairement positive des nuages se perd dans le sol sous deux formes : par des éclairs et des traits de foudre qui vont du nuage au sol et par la grande conductibilité électrique de l'air mélangé de pluie. Ce dernier mode, quoique invisible, est de beaucoup le plus fréquent et le plus énergique. (Voir *Contributions à l'étude de la grêle,* et mes *Expériences avec des cerfs-volants,* p. 6.)

([3]) M. de Saussure, pendant sa station de treize jours sur le col du Géant, à la hau-

» J'ai parlé de l'appel latéral d'air qui peut se produire dans une colonne de pluie de diamètre restreint. Un très bel exemple de cette aspiration latérale est celui que j'ai découvert dans les cascades du pont du Diable au Saint-Gothard et de la Salence (Pissevache) dans le Valais, et que l'on doit pouvoir observer dans la plupart des fortes cascades où l'eau se précipite en colonne épaisse et non en nappe de peu d'épaisseur.

» En temps de fort brouillard, il est facile d'apercevoir, un peu au-dessous du sommet des deux cascades ci-dessus, des portions de ce brouillard fortement attirées par la chute d'eau et qui s'y précipitent avec une notable vitesse. La Salence, qui tombe d'abord en colonne à peu près cylindrique, présente un autre phénomène que j'ai été le premier à décrire et qui est visible en temps calme, quand l'eau est abondante et que la partie supérieure de cette cascade est éclairée par le soleil. Des milliers de gouttes d'eau, qui à l'instant de la chute entourent comme une gaine le sommet de la cascade, sont violemment attirées à son intérieur un peu au-dessous de ce sommet; on en voit même qui remontent de quelques mètres plus bas, pour rentrer dans l'intérieur du courant. C'est qu'en effet l'aspiration est produite par l'accélération de vitesse des tranches d'eau supérieures successives, accélération qui ne se produit que dans les parties supérieures de la cascade.

» Il est facile d'expérimenter en petit, au moyen de deux appareils assez simples pour rendre visibles *soit l'aspiration d'air latérale* d'une chute d'eau très limitée, *soit l'aspiration des couches d'air supérieures* qui la remplace quand la première n'est pas possible.

» La *fig.* 1 représente une grosse pomme d'arrosoir, comme celle d'une douche écossaise ordinaire. De cette pomme d'arrosoir A on fait tomber verticalement une colonne de pluie *pp*; si l'on approche au-dessous de son départ une bougie B allumée, on verra la flamme *f* de cette bougie attirée dans la colonne pluvieuse; cet appel est surtout sensible à quelques centimètres au-dessous de la pomme d'arrosoir.

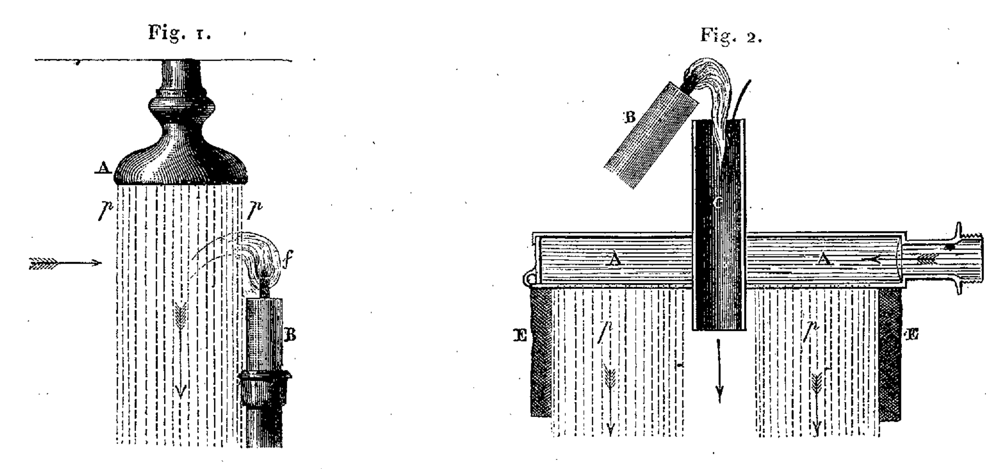
» La *fig.* 2 représente un appareil que j'ai fait construire pour imiter en petit l'appel d'air supérieur que les averses d'une certaine étendue pro-

---

teur de 3428^{m}, a noté onze chutes de grêle ou de grésil. Les chutes de grêle sont assez fréquentes sur toutes les sommités des Hautes-Alpes.

Boussingault, *Chute de grêle dans les Andes à environ* 4500^{m} *d'élévation* (*Comptes rendus*, t. LXXXIX, p. 202).

duisent au-dessus de leur champ de départ. Dans cet appareil, la pomme d'arrosoir est remplacée par un réservoir A, qui a la forme d'un cylindre aplati d'un grand diamètre (18^{cc} à 25^{cc}). Les fonds de ce réservoir cylindrique sont traversés normalement par un tube central CC, qui peut avoir 12^{mm} à 15^{mm} de diamètre et est ouvert aux deux bouts; les nombreux trous



perforés à la face inférieure, pour produire la douche en pluie, sont percés circulairement autour du tube C. Enfin une enveloppe cylindrique extérieure en étoffe EE sert à empêcher tout appel d'air latéral.

» Le réservoir A étant placé horizontalement, si l'on fait arriver l'eau dans ce réservoir, la pluie qui tombe en forme d'anneaux produit au sommet du tube C une aspiration d'air que l'on peut rendre visible en approchant de l'orifice supérieur du tube C la flamme f de la bougie B. »

M. Haton de la Goupillière, en déposant sur le Bureau un Volume de son *Cours de Machines*, s'exprime comme il suit :

« J'ai l'honneur d'offrir à l'Académie le premier fascicule de mon *Cours de Machines*. Ce Cours constitue la seconde année de l'enseignement dont je suis chargé à l'École supérieure des Mines. La première comprend l'Exploitation des mines, que j'ai publiée dernièrement et présentée à l'Académie. Le Volume dont je lui demande aujourd'hui la permission de lui faire hommage est relatif à l'Hydraulique et aux Moteurs hydrauliques. Les fascicules suivants comprendront la théorie mécanique de la chaleur, l'étude des machines à vapeur et l'application de la théorie de la résistance des matériaux à la construction des machines.

» Je me suis efforcé de mettre ce Traité d'Hydraulique à la hauteur des travaux modernes, autant du moins qu'il est possible de les faire rentrer dans un enseignement classique, en élaguant les longs calculs lorsque leur résultat n'est pas en rapport, non pas assurément avec leur intérêt théorique, mais avec l'utilité immédiate qu'en peut retirer la pratique. Cet Ouvrage est, en effet, destiné aux ingénieurs et, en particulier, aux constructeurs de machines. J'ai eu soin d'énumérer au bas des pages, pour chaque sujet, les sources auxquelles j'ai puisé, qui sont extrêmement nombreuses.

» En ce qui concerne les moteurs hydrauliques, j'ai cherché à être aussi complet que possible, en envisageant un certain nombre d'appareils peu connus; non pas que tous ces récepteurs puissent présenter pour les applications le même intérêt : c'est le contraire qui est la vérité. Mais, tout en insistant d'une manière particulière sur ceux de ces appareils dans lesquels se résume, en définitive, la pratique courante, j'ai pensé qu'il n'est pas permis d'en omettre aucun sans lui accorder au moins une mention. Tous, en effet, sont dérivés de quelque idée spéciale, dont il importe de circonscrire le fort et le faible. A ce titre, la discussion succincte de celles mêmes de ces tentatives qui ne sauraient être appelées à se répandre est de nature à jeter sur les autres une certaine clarté.

» J'ai donné une grande attention à ce qui concerne les turbines, qui ont pris, de l'autre côté de l'Atlantique, une physionomie si différente de nos types classiques et s'y sont répandues à profusion.

» Un Chapitre spécial [1] est consacré aux accumulateurs et à leurs diverses applications. Je crois pouvoir le signaler comme assez nouveau, en raison des développements que j'ai donnés à l'étude de cette création, l'une des plus importantes de notre époque dont elle a, pour ainsi dire, transformé la puissance mécanique.

» Je ne m'étendrai pas davantage sur cet aperçu; afin de ne pas abuser des instants de l'Académie. »

M. Tisserand, en présentant à l'Académie le Tome Ier du « Traité de la détermination des orbites des comètes et des planètes », par M. *Th. d'Op-*

---

(1) Je saisis cette occasion pour rectifier le chiffre de la page 376 relatif à l'écluse à colonnes liquides oscillantes de M. de Caligny, à la suite d'une observation qui m'a été adressée à ce sujet par son savant auteur. L'économie réalisée par cet ingénieux appareil peut atteindre, d'après les expériences exécutées par M. Vallès, 60 à 80 pour 100 de la quantité d'eau dépensée dans les écluses ordinaires.

polzer; édition française publiée, d'après la deuxième édition allemande, par M. *E. Pasquier*, s'exprime comme il suit :

« M. Pasquier vient de faire une chose des plus utiles en publiant une édition française du premier Volume de l'excellent Ouvrage de notre savant Correspondant M. d'Oppolzer; les élèves de l'École d'Astronomie de l'Observatoire de Paris lui seront en particulier très reconnaissants, car ils pourront désormais se familiariser plus rapidement et plus sûrement avec les méthodes développées dans cet important Ouvrage.

» L'édition allemande a subi d'ailleurs de nombreuses modifications ou additions; pour la mesure du temps et pour celle des longitudes, M. Pasquier s'est conformé aux décisions du Congrès de Washington de 1884, tout en donnant les modifications à faire si l'on veut continuer à compter le temps et les longitudes comme par le passé.

» Parmi les additions, il convient de citer l'article $\varkappa$ du Chapitre V de la première Partie, intitulé : « De la grandeur de la rotation de la Terre prise comme mesure du temps ».

» Le Volume est très bien imprimé; les formules et les Tables numériques ont été revues avec le plus grand soin. »

CORRESPONDANCE.

M. C.-Eg. Bertrand prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante, dans la Section de Botanique, par le décès de M. *Tulasne*.

(Renvoi à la Section de Botanique.)

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

La quatrième livraison du septième Volume des « Acta mathematica », publiés par M. *Mittag-Leffler*. (Présentée par M. Hermite.)

M. le Président du centenaire de Parmentier invite l'Académie à se faire représenter à la solennité qui aura lieu à Montdidier, le 26 avril prochain, pour la célébration du centenaire de l'illustre agronome.

M. Larrey accepte la mission, qui lui est confiée par M. le Président, de représenter l'Académie à cette cérémonie.

ASTRONOMIE. — *Sur une Carte photographique du groupe des Pléiades.* Note de MM. **Paul** et **Prosper Henry**, présentée par M. Mouchez.

« La Carte des Pléiades, que nous avons l'honneur de présenter à l'Académie, est la reproduction par la gravure d'une épreuve sur papier provenant d'un cliché obtenu le 16 novembre dernier, à l'aide de l'équatorial photographique de $0^m,33$ d'ouverture et agrandi deux fois environ.

» Le report sur papier ne permettant guère actuellement l'impression d'astres inférieurs à la 14e grandeur, les étoiles de 15e et 16e grandeur ont été pointées directement sur la Carte d'après les positions fournies par le cliché original.

» Afin d'éviter les erreurs qui pourraient provenir des impuretés de la couche sensible, toutes les étoiles figurées dans le groupe sont le résultat de trois poses très voisines, disposées en triangle équilatéral, et de une heure de durée chacune. Ce procédé permet de reconnaître facilement les étoiles, quelle que soit la faiblesse de l'impression lumineuse, tout en conservant aux images une figure symétrique dans la reproduction sur papier.

» La propriété que possède la Photographie de révéler l'existence d'objets faibles dans le voisinage immédiat d'étoiles brillantes a permis la découverte d'astres nouveaux; la plus intéressante est celle de la nébuleuse près de Maïa. La couche sensible a permis également de préciser la forme de la nébuleuse de Mérope, dont les aspects diffèrent suivant chaque observateur, et dont l'existence même était contestée par plusieurs astronomes.

» Dans notre épreuve, l'aspect de cet objet offre une grande analogie avec un dessin qui en a été fait par M. Common à l'aide de son télescope de $0^m,90$ d'ouverture et publié dans les *Monthly Notices* d'avril 1880; il diffère totalement, au contraire, du dessin donné d'abord par Goldschmidt, puis par M. Wolf.

» Une troisième nébulosité, très faible, s'est aussi montrée près d'Electra.

» Les images de ces trois nébuleuses figurées sur la gravure sont la reproduction aussi exacte que possible de l'impression qu'elles ont laissée sur la couche sensible.

» Nous devons remercier ici MM. Struve et Perrotin d'avoir bien voulu, à l'aide des puissants instruments dont ils disposent, vérifier sur le ciel l'existence de la nébuleuse de Maïa; nous sommes heureux de dire que

les dessins donnés par ces deux astronomes présentent entre eux et avec la photographie une concordance remarquable.

» M. Pickering, qui a également photographié les Pléiades, paraît avoir obtenu les trois nébuleuses sous un aspect identique à celui que nous avons constaté.

» La Photographie a en outre indiqué l'existence de plusieurs compagnons nouveaux à un certain nombre d'étoiles brillantes parmi lesquelles nous citerons :

Taygète............	1 compagnon de 13e grandeur au nord-est.
Astérope II.........	1 compagnon de 14e grandeur à l'ouest.
8 Bessel............	1 compagnon de 15e grandeur au sud-ouest, beaucoup plus rapproché que celui de Burnham.
Mérope.............	2 compagnons de 13e grandeur, qui sont comme des condensations de la nébuleuse, au sud.
24 *p*................	1 compagnon de 15e grandeur au sud-ouest.
19 Bessel...........	1 compagnon de 12e grandeur à l'ouest.
Alcyone............	1 compagnon de 14e grandeur au sud-ouest.
Atlas................	2 compagnons de 14e et 15e grandeur au sud-ouest et au sud.

» Comme il a été dit que la Photographie nous révélait un aspect du ciel très différent de celui que donne l'observation directe, il nous a paru intéressant de comparer au ciel notre reproduction photographique des Pléiades en même temps que la belle Carte du même groupe faite par M. Wolf en 1873-74-75.

» Voici quelques-uns des résultats de la comparaison :

» Toutes les étoiles figurées sur la Carte de M. Wolf existent sur la photographie, sauf cependant les dix étoiles suivantes dont voici le Tableau :

Catalogue de M. Wolf.

		Différence avec Alcyone.	
Numéros.	Grandeur.	Ascension droite.	Dist. polaire.
7............	12	—3.53,6 (m s)	+24,2
52............	12	—3. 2,0	— 7,9
119............	11	—1.36,4	+43,1
136............	12	—1.19,5	+37,0
153............	12	—1. 1,0	+32,5
190............	12	—0.26,8	—14,2
278............	11	+0.40,4	+16,3

Numéros.	Grandeur.	Différence avec Alcyone. Ascension droite.	Dist. polaire.
369...........	13	+1.50,8 (m s)	+36,7
394...........	12	+2. 6,0	+19,3
466...........	13	+3.16,0	+36,2

» Ce ne sont pas là, comme on pourrait le croire, des astres que la Photographie a été impuissante à reproduire; car, en fait, après examen sur le ciel, on a reconnu que ces étoiles n'existaient pas.

» Si l'on considère les grandeurs des étoiles, bien que les rayons qui agissent sur la plaque sensible ne soient pas les mêmes que ceux qui impressionnent l'œil, on constate que, dans son ensemble, la Carte photographique représente bien mieux l'éclat relatif des étoiles que la Carte obtenue par l'observation directe.

» Les différences entre les deux Cartes sont surtout sensibles lorsqu'il s'agit de petites étoiles situées dans le voisinage de plus brillantes. Dans ce cas, la Photographie, qui n'est pas influencée, comme cela arrive pour l'œil, par l'éclat de la grosse étoile, donne à la petite son éclat réel. On trouve un exemple frappant de ce fait dans deux groupes offrant entre eux une grande analogie. Ce sont, d'une part, les étoiles 207, 216 et 217 du Catalogue de M. Wolf, et, d'autre part, 421, 422 et 423 du même Catalogue. Ces deux groupes sont composés chacun d'une étoile brillante ayant un compagnon très rapproché et un autre plus éloigné.

» Dans chaque cas, l'ancienne Carte donne l'étoile éloignée comme plus brillante que l'autre, tandis que la Photographie indique le contraire; et, en fait, si l'on établit la comparaison sur le ciel, soit en réduisant l'ouverture de l'objectif, soit en éclairant fortement le champ, ou simplement en employant un oculaire un peu plus fort, on reconnaît que c'est la Photographie qui donne à l'éclat des étoiles sa valeur exacte.

» Une étoile de 10e grandeur donnée sur la Carte de M. Wolf par -3^m54^s et $-29'$ nous a paru dans le ciel inférieure à la 12e grandeur; la Photographie résout cette étoile en deux plus petites, de 13e grandeur.

» Disons encore, et qu'il nous soit permis d'insister sur ce fait, que là où l'observation directe n'a donné que 625 étoiles, la Photographie, sur un espace un peu moindre, en a enregistré 1421, les instruments étant dans les deux cas sensiblement de même ouverture. De plus, dans la partie du groupe complétée par M. Rayet, à l'aide d'un instrument beaucoup plus considérable que celui qui nous a servi, et sous le beau ciel de Bordeaux,

cet astronome ajoute 151 étoiles, tandis que la Photographie, dans le même espace, en ajoute 338.

» En établissant cette comparaison des deux documents, notre intention n'est nullement de faire la critique du grand travail pour lequel M. Wolf a certainement employé toute son habileté; mais ce rapprochement était indispensable pour démontrer que la Photographie est devenue pour l'astronome un procédé d'investigation à la fois plus sûr, plus puissant et considérablement plus rapide que ceux dont il disposait jusqu'à présent. Nous sommes d'ailleurs complètement de l'avis de M. Wolf, lorsque l'éminent astronome dit que l'œil de l'observateur doit travailler en même temps que la plaque sensible, mais on ne peut s'empêcher de constater que, dès aujourd'hui, la Photographie donne aux astronomes un moyen d'observation d'une importance bien autrement considérable. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur quelques phénomènes spectroscopiques singuliers*. Note de M. **A. Riccò**, présentée par M. Janssen.

« Avec le réfracteur de $0^m,25$ d'ouverture et le spectroscope à vision directe, avec deux systèmes de cinq prismes chacun, le 9 mars de cette année, j'observais sur une protubérance excessivement brillante l'inversion des raies du sodium D_1 et D_2, lorsque je m'aperçus avec surprise que la raie chromosphérique D_3, très vive, apparaissait double, étant divisée par un trait noir très fin; cette observation était faite avec la fente du spectroscope tangente au bord; en tournant le spectroscope de 90°, je vis que le phénomène se produisait sur toute la hauteur de la protubérance. Après j'ai vu la même chose sur les raies chromosphériques C et F, et encore plus aisément.

» J'ai répété ces observations les jours suivants en toutes sortes de conditions du ciel, même lorsqu'il y avait (le 18 mars) un très beau halo autour du Soleil, puis le 20 et le 22 mars avec un ciel très pur.

» Je les ai répétées aussi avec le spectroscope à diffraction sur la raie C et avec les spectres du premier jusqu'au cinquième ordre, où la dispersion est à peu près égale à celle du spectroscope à réfraction (la distance de B à C est égale à 100″).

» Pour voir le trait noir, il faut que la raie brillante ne soit pas extrêmement fine : en ouvrant la fente, on le voit avec une largeur suffisante pour embrasser la chromosphère dans toute sa hauteur. En effet, je me suis rap-

pelé qu'auparavant, quelquefois en observant les protubérances, j'étais un peu gêné pour cette sorte de dédoublement de la raie C.

» Le trait noir se voit aussi en avançant ou en éloignant la fente du spectroscope par rapport au plan focal du réfracteur de $0^m,02$, lorsque, par suite, la chromosphère se voit très confusément.

» M. Mascari, aide à l'Observatoire d'Astronomie physique, m'a rappelé encore qu'en septembre 1884, pendant que j'étais absent de Palerme, il m'écrivit que la raie D_3 lui avait paru double ; mais je ne compris pas bien de quoi il s'agissait, et depuis ni lui ni moi ne nous en sommes plus occupés.

» Dernièrement, en voulant étudier ce phénomène dans les spectres d'ordre plus élevé que le cinquième, j'en ai observé un autre qui se produit au moment même où les raies chromosphériques brillantes C et F deviennent obscures. En approchant du disque solaire la fente tangentielle, on voit à la base de la chromosphère un trait noir, ou même un segment noir de très petite hauteur, qui est l'image invertie du disque solaire ; si l'on fait avancer encore plus la fente vers le disque solaire, à un certain moment il semble que le trait noir se détache du bord de la fente qui est du côté du disque et s'élance vers le milieu de la raie rouge, ou plutôt *on voit la chromosphère se glisser au-dessous du trait noir, en passant en partie de l'autre côté de celui-ci*. En réglant avec précision le mouvement de l'instrument, il est possible de maintenir le trait noir au milieu de la raie brillante ; mais, en ce cas, celle-ci apparaît plus faible et diffuse. J'ai encore vu tout cela avec le spectroscope à réfraction et aussi sur la raie F, mais non sur la raie D_3 ; le phénomène est donc tout à fait différent du précédent.

» Avec la dispersion la plus forte, donnée par le spectre de huitième ordre, je vois ce dédoublement de la raie C à peu près comme il est décrit par M. Trouvelot ([1]), et je crois que c'est la même chose.

» J'ajouterai que le 29 mars, en observant ce phénomène sur une protubérance brillante à 291° E., j'ai vu que celle-ci se projetait en partie sur le spectre, ce qui a été aussi observé plusieurs fois par M. Trouvelot.

» Enfin, dans ces derniers jours, en observant avec attention les raies spectrales noires plus grosses, j'ai vu que, avec la fente du spectroscope non étroite, leur milieu est plus clair : cela est bien sensible avec l'ouverture de la fente nécessaire pour voir la chromosphère dans toute sa hauteur; en rétrécissant la fente, la clarté au milieu devient moins forte, mais plus

---

([1]) *Bulletin astronomique*, t. II, p. 268, juin 1885.

nette, et la raie paraît double; en diminuant davantage l'ouverture de la fente, cette apparence s'évanouit.

» Ce phénomène s'observe sur *toutes* les raies spectrales moins fines, chromosphériques ou non, non seulement sur le spectre du disque solaire, mais aussi sur la partie avoisinante du ciel très éclairée, en tout état de l'atmosphère, avec le spectroscope à réfraction et aussi avec celui à diffraction, dans tous les ordres des spectres, et enfin même en mettant la fente tout à fait hors du foyer du réfracteur. Tout cela m'a fait penser que certainement j'avais affaire à un phénomène purement instrumental, optique, de diffraction par exemple. Mais, en observant ce phénomène immédiatement après celui que j'ai décrit le premier, et plus encore en les observant simultanément, comme il est possible de le faire avec la fente perpendiculaire ou oblique au bord solaire, on a l'impression que l'un de ces phénomènes est le négatif ou l'inverse de l'autre, et que pourtant il est probable qu'ils aient une cause commune, et qu'aussi le premier soit produit par la diffraction de la lumière.

» En supprimant le système réfringent du spectroscope à réfraction et en appliquant devant l'oculaire trois verres rouge-rubis, pour avoir de la lumière autant que possible monochromatique, j'ai réussi à voir un trait noir sur l'image rouge de la fente. De même, en observant avec les trois verres rouges l'image simple de la fente réfléchie par le réticule du spectroscope à diffraction, ou en remplaçant le réticule avec un miroir en verre noir, j'ai vu de même ce phénomène de diffraction, mais moins distinctement. Enfin je l'ai vu sur toutes les couleurs du spectre en plaçant une fente au foyer de la petite lunette du spectroscope.

» L'autre phénomène de diffraction en sens inverse a été obtenu en substituant à la fente susdite un fil très mince de platine.

» Il serait, paraît-il, important de s'assurer si dans les *doubles inversions* que de temps en temps on a observées sur les raies du sodium et du magnésium, la diffraction de la lumière n'a pas pris part à la production du phénomène. »

PHYSIQUE SOLAIRE. — *Sur l'origine du réseau photosphérique solaire.* Note de M. G.-M. Stanoiéwitch, présentée par M. Janssen.

« A l'aide de dispositions spéciales, M. Janssen, directeur de l'observatoire de Meudon, est parvenu, il y a quelques années, à obtenir des photo-

graphies du Soleil d'une netteté non atteinte jusqu'alors. Ces photographies permettent de distinguer les moindres détails sur la surface solaire, et surtout la granulation.

« Un examen attentif, dit M. Janssen dans sa Communication à l'Académie des Sciences (*Comptes rendus*, t. LXXXV, p. 775), des photographies solaires de $0^m,30$ montre que la surface de la photosphère n'a pas une constitution uniforme dans toutes ses parties, mais qu'elle se divise en une série de figures plus ou moins distantes les unes des autres et présentant une constitution particulière. Tandis que dans les intervalles des figures dont nous parlons les grains sont nets, bien terminés, quoique de grosseur très variable, dans l'intérieur les grains sont comme à moitié effacés, étirés, tourmentés; le plus ordinairement même ils ont disparu pour faire place à des traînées de matières qui ont remplacé la granulation. »

» L'aspect général de ces régions *nettes* et des régions à *moitié effacées* de la surface solaire, M. Janssen le désigne sous le nom de *réseau photosphérique solaire*.

» Dans une seconde Communication (*Comptes rendus*, t. LXXXV, p. 1249), M. Janssen donne l'explication d'abord de l'origine des grains qui constituent la granulation et ensuite celle du réseau photosphérique :

« Puisque la couche solaire qui forme la photosphère n'est pas dans un état d'équilibre parfait, les courants gazeux ascendants, pour se faire jour, brisent et divisent cette couche fluide en un grand nombre de points; de là la production de ces éléments qui ne sont que les fractions de l'enveloppe photosphérique et qui, par la gravité propre de leurs parties constituantes, tendent à prendre la forme sphérique; de là la forme globulaire qui, comme on voit, ne correspond pas à un état d'équilibre absolu, mais seulement relatif qui, lui-même, est assez rarement réalisé, car en des points nombreux les courants entraînent plus ou moins fortement les éléments granulaires, et leur forme globulaire d'équilibre est altérée jusqu'à devenir tout à fait méconnaissable quand les mouvements deviennent plus violents.

» Ces mouvements, dont la couche gazeuse où nagent les éléments photosphériques est incessamment agitée, ont des points d'élection. La surface solaire est ainsi divisée en régions de calmes et d'activités relatives, d'où résulte la production du réseau photosphérique. »

» Cette explication du réseau photosphérique solaire, donnée par M. Janssen, ne diffère pas beaucoup de celle donnée plus tard par M. Huggins [1] qui, en examinant ces photographies solaires, a remarqué une certaine tendance des grains à s'arranger en forme de spirales, « ce

---

[1] Huggins, *On a cyclonic arrangement of the solar granules* (*Monthly Notices*, t. XXVIII, p. 101).

» qui proviendrait des mouvements gyratoires dans l'atmosphère solaire » dans laquelle se trouvent ces objets (les grains) ».

» M. Langley ([1]) explique autrement l'origine des grains; d'après ce savant, ce sont les extrémités de filaments que nous voyons à vol d'oiseau. Dans l'atmosphère solaire existent de grandes vagues qui, pliant ces filaments qui constituent les grains, altèrent leur forme et leur disposition et, par conséquent, obscurcissent certaines régions de la surface solaire. Ces régions altérées et obscurcies, avec les autres qui ne le sont pas, produisent le réseau photosphérique.

» De ces explications que nous venons de citer résulte une chose bien certaine : *le réseau photosphérique existe sur la surface solaire*, et il est produit en général par des courants gazeux qui entraînent les grains, les altèrent et les déforment.

» Dans ces derniers temps nous avons été heureux de pouvoir travailler à l'observatoire de Meudon et, ayant l'occasion d'étudier les photographies solaires qui montrent l'existence du réseau, nous lui avons donné toute l'attention méritée. Ces études ont provoqué quelques recherches personnelles, dont nous demandons la permission à l'Académie de communiquer les principaux résultats.

» Le point de départ pour nos recherches était un phénomène optique que nous avons observé, ayant eu l'honneur d'aider M. Janssen dans ses recherches sur les spectres d'absorption des gaz de notre atmosphère. D'un tube de 20^{m} de longueur, rempli d'oxygène sous une forte pression, nous avons laissé sortir le gaz avec une certaine vitesse en observant en même temps le spectre d'absorption. Si la vitesse était suffisante, une ligne noire, perpendiculaire aux raies d'absorption, partageait le spectre en deux dans toute sa longueur. Les deux parties se séparaient de plus en plus et en très peu de temps elles disparaissaient complètement pour se montrer de nouveau en arrêtant l'écoulement du gaz.

» Ce phénomène nous a donné l'idée de chercher la cause du réseau photosphérique solaire dans la réfraction irrégulière des rayons lumineux. Mais, pour pouvoir sortir de l'ordre d'une simple hypothèse, nous avons cherché des preuves expérimentales à notre idée. Pour cela, nous avons observé dans une petite lunette un mur d'une maison voisine qui présentait un aspect granulaire; la lunette donnait une image très nette.

([1]) S.-P. Langley, *On the Janssen solar photograph and optical studies* (*The American Journal*, t. XV, p. 297).

Mais, en interposant dans le chemin des rayons, à une distance convenable, un carreau (d'une fenêtre) d'une constitution moléculaire tout à fait irrégulière, le mur vu dans la lunette présentait cette fois un aspect semblable au réseau photosphérique. Nous avons même réussi à le photographier et à le comparer directement avec le réseau solaire auquel il est tout à fait identique.

» Le résultat auquel nous sommes parvenus est bien important : les rayons partant d'une surface granulaire et traversant un corps transparent, mais d'une constitution moléculaire irrégulière, sont réfractés irrégulièrement ; tous les rayons, traversant ensuite un objectif, soit d'une lunette, soit d'une chambre photographique, n'ont leurs foyers ni optiques ni chimiques dans un même plan ; la surface granulaire ne peut pas se montrer de même netteté dans toute son étendue, mais présente des régions nettes et d'autres plus ou moins effacées, ce qui donne l'aspect d'un réseau dont les parties constitutives dépendent d'abord de l'état moléculaire du corps interposé et ensuite de la distance du plan focal de l'objectif (1).

» De ces résultats obtenus par expérience, nous tirons la conclusion suivante à propos du Soleil :

» *a. Quelle que soit l'origine de la granulation solaire, le réseau photosphérique, tel que le présentent les plaques photographiques, n'existe pas sur la surface solaire.*

» *b. Il est produit par la réfraction irrégulière d'un corps transparent, d'une constitution moléculaire irrégulière, interposé entre la surface granulaire solaire et la lunette photographique.*

» *c. Cette réfraction irrégulière est produite par l'enveloppe gazeuse du Soleil, qui, étant agitée par des courants de toutes directions, présente dans son ensemble un corps d'une constitution moléculaire la plus irrégulière.*

» Il nous paraît que le réseau photosphérique, expliqué comme nous venons de l'exposer, peut avoir d'importantes applications aux études de la Météorologie solaire.

» En terminant, nous demandons la permission à l'Académie des Sciences de remercier M. Janssen, qui a bien voulu mettre à notre disposition les appareils et les moyens nécessaires pour nos expériences. »

---

(1) Nous ne pouvons pas exposer tous les détails de l'expérience, faute de place nécessaire.

M. J. Janssen ajoute à cette Communication les remarques suivantes :

« La Note précédente, que M. Stanoiéwitch m'a prié de présenter à l'Académie, est intéressante en ce sens qu'elle appelle plus particulièrement l'attention sur les déformations que l'atmosphère solaire peut produire dans les images des objets situés à la surface du Soleil. Mais ce serait dépasser la mesure que de lui attribuer la production même du *réseau photosphérique*. Il existe un ensemble de faits qu'il n'est pas nécessaire de discuter ici, et qui s'opposent à une telle conclusion. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'équilibre d'une masse fluide en rotation.* Note de M. Matthiessen. (Extrait d'une lettre adressée à M. Hermite.)

« Dans trois Notes de M. Poincaré, intitulées « Sur l'équilibre d'une masse fluide animée d'un mouvement de rotation », présentées à l'Académie et publiées dans les *Comptes rendus* de l'année 1885 (9 février, p. 346; 20 avril, p. 1048, et 27 juillet, p. 307), cet auteur dit que les figures annulaires ont été signalées en premier lieu par les géomètres anglais MM. Tait et Thomson. Je demande à l'Académie la permission de réclamer la priorité de cette découverte. Les déformations des figures ellipsoïdales et des figures annulaires de révolution, qui sont signalées par M. Poincaré dans la troisième Note, ont été traitées par moi dans plusieurs Mémoires.

» Les deux figures annulaires sont l'objet du Mémoire intitulé :

» 1° *Neue Untersuchungen über frei rotirende Flüssigkeiten im Zustande des Gleichgewichts* (*Schriften der Kieler-Universität*, in-4°, 1859, *in fine*).

» La théorie complète de ces formes d'équilibre et des figures ellipsoïdales est discutée dans les Mémoires suivants :

» 2° *De æquilibrii figuris et revolutione homogeneorum annulorum sidereorum sine corpore centrali atque de mutatione earum per expansionem aut condensationem* (*Annali di Matem. pura ed applic.*, ser. IIª, t. III, da pag. 84 a 111. Milano, 1870).

» 3° *Ueber Systeme kosmischer Ringe von gleicher Umlaufszeit als discontinuirliche Gleichgewichtsfiguren einer frei rotirenden Flüssigkeitsmasse* (*Schlömilch's Zeitschr. f. Math. u. Phys.*, X, Leipzig, 1845).

» 4° *Ueber die Gesetze der Bewegung und Abplattung im Gleichgewichte*

befindlicher homogener Ellipsoide und die Veränderung derselben durch Expansion und Condensation (*ibid.*, XVI, 1871).

» 5° *Ueber die Gesetze der Bewegung und Formveränderung homogener, frei um ihre Axe rotirender cylindrischer Gleichgewichtsfiguren und die Veränderung derselben durch Expansion oder Condensation* (*ibid.*, XXVIII, 1883). »

MÉCANIQUE. — *Sur un théorème général relatif à la propagation du mouvement.* Note de M. **Hugoniot**, présentée par M. Maurice Lévy.

« La méthode dont j'ai fait usage pour étudier la propagation du mouvement dans les fluides (*Comptes rendus*, 7 et 14 décembre 1885) peut être généralisée et étendue à tous les mouvements régis par un système d'équations aux dérivées partielles du second ordre, linéaires par rapport aux dérivées du second ordre.

» Je désigne par x, y, z les coordonnées initiales d'un point du corps; par u, v, w les composantes du déplacement qu'il a subi à l'instant t, et je suppose que, comme cela arrive d'ordinaire, les équations ne renferment pas les dérivées partielles de la forme $\frac{\partial^2 u}{\partial x\,\partial t}, \frac{\partial^2 v}{\partial x\,\partial t}, \ldots$, bien que cela ne soit pas indispensable à l'application de cette théorie.

» Alors ces équations peuvent être écrites ainsi :

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = \varphi_1, \qquad \frac{\partial^2 v}{\partial t^2} = \varphi_2, \qquad \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} = \varphi_3,$$

les fonctions $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$ étant linéaires par rapport aux dérivées du second ordre $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, \ldots, \frac{\partial^2 v}{\partial x^2}, \ldots, \frac{\partial^2 w}{\partial x^2}, \ldots$.

» Soit, à un instant t, S la surface de séparation de deux mouvements A et B définis, le premier, par un système intégral u_1, v_1, w_1; le second par un autre système intégral u_2, v_2, w_2 et tels que A *se propage* dans B. Admettant qu'il y ait continuité dans les vitesses, on démontrerait, comme je l'ai fait précédemment, qu'en tous les points de S les dérivées premières des fonctions u_1, v_1, w_1; u_2, v_2, w_2 sont respectivement égales.

» Il en résulte que, en substituant dans les équations du mouvement d'abord u_1, v_1, w_1, puis u_2, v_2, w_2, et faisant la différence; posant, en outre, $u_1 - u_2 = \mathrm{U}$, $v_1 - v_2 = \mathrm{V}$, $w_1 - w_2 = \mathrm{W}$, on obtient les équations sui-

vantes, qui sont vérifiées pour tous les points de la surface S :

$$(1) \qquad \frac{\partial^2 U}{\partial t^2} = \psi_1, \qquad \frac{\partial^2 V}{\partial t^2} = \psi_2, \qquad \frac{\partial^2 W}{\partial t^2} = \psi_3.$$

» Les fonctions ψ_1, ψ_2, ψ_3 sont linéaires et homogènes par rapport aux dérivées du second ordre; les coefficients de ces dernières, au nombre de 54, sont des fonctions de x, y, z, u, v, w et de leurs dérivées du premier ordre.

» Soit S′ la position qu'occupe, à l'instant $t + dt$, la surface de séparation des deux mouvements A et B. Si l'on mène en un point de S la normale à cette surface et si l'on désigne par dn la portion de cette normale comprise entre S et S′, *la vitesse de propagation* est $\frac{dn}{dt}$. Représentant par α, β, γ les cosinus directeurs de cette normale, on démontrerait, comme je l'ai fait à propos des équations de l'Hydrodynamique (*Comptes rendus*, 14 décembre 1885), que toutes les dérivées du second ordre de U, sur la surface S, s'expriment en fonction de l'une d'entre elles, $\frac{\partial^2 U}{\partial t^2}$, par exemple. On trouve ainsi

$$\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} = \frac{\alpha^2}{\left(\frac{dn}{dt}\right)^2}\frac{\partial^2 U}{\partial t^2}, \qquad \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} = \frac{\beta^2}{\left(\frac{dn}{dt}\right)^2}\frac{\partial^2 U}{\partial t^2}, \qquad \frac{\partial^2 U}{\partial z^2} = \frac{\gamma^2}{\left(\frac{dn}{dt}\right)^2}\frac{\partial^2 U}{\partial t^2},$$

$$\frac{\partial^2 U}{\partial y\,\partial z} = \frac{\beta\gamma}{\left(\frac{dn}{dt}\right)^2}\frac{\partial^2 U}{\partial t^2}, \qquad \frac{\partial^2 U}{\partial z\,\partial x} = \frac{\gamma\alpha}{\left(\frac{dn}{dt}\right)^2}\frac{\partial^2 U}{\partial t^2}, \qquad \frac{\partial^2 U}{\partial x\,\partial y} = \frac{\alpha\beta}{\left(\frac{dn}{dt}\right)^2}\frac{\partial^2 U}{\partial t^2},$$

et de même pour V et W.

» Substituant ces valeurs dans les équations (1), celles-ci deviennent trois équations linéaires et homogènes en $\frac{\partial^2 U}{\partial t^2}$, $\frac{\partial^2 V}{\partial t^2}$, $\frac{\partial^2 W}{\partial t^2}$. Pour qu'elles soient compatibles, il faut que le déterminant s'annule, ce qui fournit une équation servant à déterminer la vitesse de propagation $\frac{dn}{dt}$. Cette équation est visiblement du troisième degré en $\left(\frac{dn}{dt}\right)^2$ et a, en général, trois racines distinctes. *Il existe donc six valeurs de la vitesse de propagation, deux à deux égales et de signes contraires.*

» Les valeurs de la vitesse de propagation dépendent non seulement de $x, y, z, \alpha, \beta, \gamma$, mais encore de u, v, w et de leurs dérivées premières; mais elles sont déterminées quand on connaît l'un seulement des mouvements

compatibles A ou B. Si l'un de ces mouvements est le repos, la vitesse de propagation peut être fixée à l'avance. Lorsque les équations du mouvement sont linéaires, les valeurs de la vitesse de propagation sont indépendantes des intégrales et peuvent toujours être fixées *a priori*. Enfin, lorsque les équations du mouvement sont à coefficients constants, comme cela arrive dans la théorie de l'élasticité, les valeurs de la vitesse de propagation ne dépendent que de la direction de la normale à la surface S.

Si, dans les équations homogènes en $\frac{\partial^2 U}{\partial t^2}$, $\frac{\partial^2 V}{\partial t^2}$, $\frac{\partial^2 W}{\partial t^2}$ on remplace $\left(\frac{dn}{dt}\right)^2$ par une de ses valeurs, ces équations se réduisent à deux qui déterminent des quantités proportionnelles à $\frac{\partial^2 U}{\partial t^2}$, $\frac{\partial^2 V}{\partial t^2}$, $\frac{\partial^2 W}{\partial t^2}$, et, par suite, la direction de l'accélération relative au point considéré de la surface de séparation. Ainsi, *à chaque vitesse de propagation correspond une valeur déterminée de l'accélération relative*.

» Appliquant, par exemple, cette théorie au mouvement d'un solide élastique isotrope et faisant usage des notations de Lamé, on trouve aisément que l'équation en $\left(\frac{dn}{dt}\right)^2$ a une racine simple égale à $\frac{\lambda + 2\mu}{\rho}$, à laquelle correspond une direction de l'accélération relative normale à la surface S et une racine double égale à $\frac{\mu}{\rho}$. Pour cette dernière, les équations homogènes en $\frac{\partial^2 U}{\partial t^2}$, $\frac{\partial^2 V}{\partial t^2}$, $\frac{\partial^2 W}{\partial t^2}$ se réduisent à une seule. La direction de l'accélération relative n'est donc pas entièrement déterminée; l'équation montre seulement qu'elle est dans le plan tangent à la surface S.

» Les résultats sont donc d'accord avec ceux que fournit la théorie bien connue relative aux *ondes planes;* mais celle-ci est bien loin de présenter une généralité suffisante. »

PHYSIQUE. — *Sur les propriétés thermo-électriques de quelques substances.* Note de M. G. CHAPERON, présentée par M. Cornu.

« Bien que l'on ait déjà décrit de nombreuses combinaisons de conducteurs produisant, sous l'influence de la chaleur, des forces électromotrices plus ou moins élevées, la recherche des corps qui présentent cette propriété acquiert aujourd'hui un assez grand intérêt à cause de leur application possible aux générateurs thermo-électriques; j'ai été conduit à étudier méthodiquement, à ce point de vue, un certain nombre de composés chi-

miques, choisis surtout parmi ceux que l'on peut reproduire facilement dans leur état actif.

» La méthode employée pour cette recherche a pour caractère de pouvoir s'appliquer à des fragments de forme quelconque et au besoin de très petites dimensions des corps examinés. Elle consiste à appliquer ces fragments, par deux de leurs points, sur deux parois métalliques conduisant bien la chaleur, dont on évalue le plus approximativement possible les températures, et qui servent d'électrodes pour constater et mesurer la force électromotrice du couple formé. L'une des parois est celle d'un mince tube d'argent, traversé par un courant d'eau à la température ambiante et faisant partie d'une pince avec laquelle on saisit le corps étudié. Au moyen de cette pince, on applique un deuxième point du corps contre une paroi chaude, celle d'un creuset de fer plein d'alliage fusible, et où plonge un thermomètre.

» Le contact doit être assuré par une pression constante; on opère alors en mesurant, pendant des variations lentes de la température, une série des valeurs de la différence de potentiel des deux parois. Le creuset de fer est relié à l'appareil de mesures électriques par un fil d'argent assez long, pour que son extrémité reste froide. La force électromotrice mesurée est donc, en vertu de la loi des contacts successifs, celle du couple formé par le corps que l'on étudie et l'argent.

» Pour certains composés susceptibles d'attaquer le fer, une feuille mince d'argent est aussi interposée à leur point de contact avec le creuset.

» J'ai également employé, pour des températures plus élevées, une autre disposition dans laquelle le contact chaud est pris en un point d'un barreau de cuivre argenté chauffé par une extrémité. On évalue la température d'un autre point de la même section de ce barreau avec un deuxième corps déjà étudié et qui sert ainsi de thermomètre.

» Dans les divers couples ainsi constitués, les contacts des substances actives avec les électrodes doivent avoir lieu par des surfaces petites et aussi distantes que possible, afin que les températures de ces contacts soient suffisamment voisines de celles des électrodes que seules on peut évaluer. On obtient ainsi, avec des substances généralement peu conductrices, des éléments d'une énorme résistance; aussi la mesure rapide des forces électromotrices n'est-elle rendue pratiquement possible que par l'emploi de l'électromètre de Lippmann. Il ne sert d'ailleurs qu'à constater l'équilibre de la force mesurée et de celle fournie par un potentiomètre à fil de forme réduite donnant le $\frac{1}{5000}$ de volt; on peut, avec cet ensemble,

obtenir assez facilement des courbes représentant les lois de variations des forces électromotrices en fonction de la chute de température.

» Voici quelques exemples de mesures ainsi faites sur des substances peu étudiées. Les nombres fournis par divers échantillons d'un même corps diffèrent notablement, comme on le sait; on a choisi, en général, des exemplaires actifs, mais dont la préparation ne présente aucune difficulté spéciale.

Valeurs des forces électromotrices.

Corps positifs.	De 20° à 120°.	De 20° à 400°.
	volt	volt
Iodure d'argent.........	0,115	0,192
Phosphure de zinc......	0,107	0,362
Sulfure d'étain.........	0,052	0,227
Galène cristallisée *a* (1).	0,034	»
Lame très mince d'oxyde de cuivre............	0,03	»
Arséniure de zinc (all.).	0,014	»
Antimoniure de zinc....	0,018	»

Corps négatifs.	De 20° à 120°.	De 20° à 400°.
	volt	volt
Sulfure d'argent........	0,091	0,108
Fer spéculaire..........	0,063	0,25
Galène cristallisée *b* (1).	0,029	»

» La propriété de former des éléments thermo-électriques puissants a également été reconnue dans un assez grand nombre d'autres substances qui n'ont pu être encore l'objet de mesures suffisantes (sulfure d'antimoine, iodure de plomb, wolfram, oxyde d'étain, silicium cristallisé, etc.). Les courbes représentant la force en fonction de la chute de température indiquent, en général, une marche uniforme à partir d'un certain point; elles ont été suivies jusqu'à 250° ou 300°. Cependant, pour l'iodure et surtout le sulfure d'argent, la loi de variation subit un changement brusque et ne paraît guère susceptible d'être représentée par une fonction continue.

» Ce dernier corps (le sulfure d'argent) présente d'ailleurs une propriété remarquable, celle de se réduire localement à l'état métallique dans un grand nombre de circonstances, où il est traversé par un flux de chaleur entre deux surfaces conductrices. On produit le plus facilement ce phénomène en plaçant une lame de sulfure entre une plaque d'argent chauffée et un tube refroidi du même métal. L'ensemble étant isolé, il se forme en peu d'instants un dépôt d'argent sur certains points du contact froid (2).

---

(1) Les deux variétés de galène existent dans un même échantillon provenant de Pontgibaud; on n'a pourtant encore signalé aucune hémiédrie de ce cristal cubique.

(2) Autre particularité intéressante : on ne retrouve pas le soufre qui devrait être séparé ou attaquer l'électrode froide si le courant produisait à l'aller comme au retour une électrolyse ordinaire.

» Ce dépôt suppose un courant allant du sulfure au tube froid, c'est-à-dire en sens contraire de celui que donne l'effet thermo-électrique : il y a donc un courant fermé entre les deux surfaces, et il faut que le contact du sulfure et de l'argent se fasse par des points qui, laissant également passer ce courant, ne sont, cependant, point dans les mêmes conditions pour l'échange des températures. »

PHYSIQUE. — *De la densité et de la compressibilité des gaz et des vapeurs.* Note de M. ANTOINE.

« Dans un Mémoire présenté à l'Académie le 8 février dernier, j'ai cherché à mettre en évidence la corrélation qui, dans les gaz et les vapeurs, existe entre la température à saturation et le coefficient de dilatation sous pression constante.

» En adoptant, pour chaque gaz ou vapeur, un zéro spécial, à partir duquel on compte les températures absolues, puis en désignant par θ la température de la vapeur à saturation, la réciproque β du coefficient de dilatation sous pression constante est donnée par la formule

$$\beta = k\sqrt[3]{\theta} - \theta + B.$$

» Dans le Mémoire que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui, je me propose d'établir que la relation

$$PV = D(\beta + t)$$

permet d'obtenir le volume des gaz ou vapeurs plus facilement et plus exactement que ne peut les donner le coefficient de densité admis actuellement. Les rapports $\frac{PV}{P'V'} = \frac{\beta + t}{\beta' + t'}$ rendent compte des anomalies qui sont observées dans l'application des lois de Mariotte.

» Lorsque la tension devient très considérable, le coefficient D de cette relation

$$PV = D(\beta + t)$$

cesse d'être sensiblement constant.

Soit, comme exemple, l'azote, dont la compressibilité a fait l'objet de nombreuses expériences, notamment par MM. Cailletet et Amagat.

» Si P est la tension (en atmosphères), V le volume (en litres), on a,

pour 1^{kg} de ce gaz,

$$PV = 60,62\sqrt[3]{\theta} + [2,913 + (0,004P)^2](t - t_0),$$

θ représentant la température absolue à saturation $\left(\theta = 53,33\,P^{\frac{1}{5,5}}\right)$,

t représentant la température de l'essai comptée à partir du zéro de la glace fondante,

t_0 représentant la température à saturation comptée à partir du zéro de la glace fondante

$$(t_0 = \theta - 248).$$

» La compressibilité de l'air atmosphérique se rapproche de celle de l'azote.

» Il en résulte que l'étude de cette compressibilité a une importance toute spéciale, tant pour l'emploi des manomètres à air comprimé que pour la mise en service de nos torpilles automotrices. Elles sont actuellement chargées à 50^{atm}, mais cette tension doit tendre à augmenter par suite de l'accroissement de vitesse que les marines de guerre chercheront à imprimer aux torpilles, dont l'action tend à devenir de plus en plus prépondérante dans les combats sur mer. »

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur le contraste simultané.* Note de M. **Aug. Charpentier.**

« 1° Tout le monde connaît les phénomènes de contraste simultané : aux environs d'une surface colorée quelconque, tend à se produire la sensation d'une couleur complémentaire. Ce phénomène a lieu, ainsi que je l'ai vérifié, même lorsque la surface colorée est placée dans une complète obscurité. Il y a donc là une véritable excitation lumineuse dans des régions de la rétine, ne recevant pas de lumière extérieure. Or, si cette excitation affectait les régions des centres nerveux qui servent ordinairement à la sensation, il faudrait, d'après les faits connus, moins de lumière pour produire une sensation nouvelle dans cette zone de contraste (zone induite) qu'en l'absence de la lumière inductrice.

» C'est là la question que j'ai étudiée à l'aide du photoptomètre différentiel qui m'a souvent servi, et je l'ai résolue par la négative. Le minimum perceptible est le même dans une zone de la rétine en présence ou en l'absence d'une surface lumineuse voisine donnant lieu au contraste simultané.

Le phénomène nerveux de la perception d'une couleur de contraste doit donc avoir un autre siège que le phénomène de la sensation lumineuse directe, probablement un siège plus spécialement psychique ou idéatif.

» 2° La théorie que j'ai donnée dans une Note précédente (20 juillet 1885), des perceptions colorées, permet de se faire une idée (hypothétique, bien entendu) de la production du contraste. J'ai admis que ces perceptions résultaient de la coexistence de deux modes de vibrations nerveuses dans l'appareil visuel, lesquelles vibrations seraient harmoniques l'une par rapport à l'autre, mais auraient des phases relatives différentes, suivant la couleur. Or, en supposant que ces vibrations soient comparables à celles du téléphone, c'est-à-dire résultent d'oscillations périodiques dans l'équilibre électrique de l'élément nerveux excité, il se trouve précisément que les oscillations *suscitées par l'induction électrique ou électromagnétique dans les éléments nerveux voisins* correspondraient comme forme à celles qui caractérisent la complémentaire de la couleur excitatrice.

» La seule condition est que les longueurs d'onde des deux modes de vibrations visuelles soient entre elles dans le rapport de 1 à 3 ou à 7, 11, 15, ...

» S'il en était ainsi, la production des couleurs de contraste dans une région non directement excitée serait facile à concevoir : ce seraient bien, au sens propre comme au figuré, des couleurs induites [1]. »

CHIMIE. — *Transformation du protochlorure de chrome en sesquichlorure. États moléculaires de l'oxyde de chrome.* Note de M. Recoura, présentée par M. Berthelot.

« On sait avec quelle rapidité extraordinaire les sels de protoxyde de chrome se transforment en sels de sesquioxyde, en présence de l'air ou d'un milieu oxydant. J'ai montré précédemment (*Comptes rendus*, t. CI, p. 435) qu'il fallait chercher l'explication de ce phénomène dans l'énorme dégagement de chaleur qui accompagne ces transformations. J'ai montré, en effet, que le passage du protochlorure de chrome dissous au sesquichlorure vert dissous est accompagné d'un dégagement de chaleur égal à $52^{Cal},2$ (pour 8^{gr} d'oxygène absorbé). J'ai été conduit à compléter ces études à plusieurs points de vue et à modifier légèrement le nombre ci-dessus :

---

[1] Voir *Archives d'Ophtalmologie,* mars-avril 1886.

» 1° Le nombre que je donnais était soumis à une condition, l'identité d'état moléculaire de l'oxyde de chrome précipité du sesquichlorure vert, avec l'oxyde précipité de l'oxychlorure Cr^2Cl^2O par une quantité équivalente de soude.

» 2° Ce nombre ne se rapportant qu'aux chlorures dissous, il était intéressant de connaître la chaleur de passage du protochlorure anhydre au sesquichlorure anhydre.

» 3° Les réactions utilisées pour les mesures calorimétriques étaient des réactions indirectes dans lesquelles on ne réalisait pas la transformation du protochlorure en sesquichlorure, mais seulement en oxychlorure. Il y avait donc lieu de réaliser cette transformation directe, et de voir à quelle variété de sesquichlorure, se rattacherait le chlorure formé.

» *Chaleur de transformation du protochlorure de chrome anhydre en sesquichlorure anhydre.* — Voici les deux cycles que j'ai utilisés :

» *État initial:* Cr^2Cl^2 sol. + Cl gaz + O gaz + H gaz + 12NaO étendue.

» *État final:* Cr^2O^3 diss. dans 9NaO étendue + 3NaCl étendu + HO liq.

Premier cycle.

Cr^2Cl^2 anhydre + Cl gaz = Cr^2Cl^3 anhydre	+ x
Cr^2Cl^3 anhydre + Aq = Cr^2Cl^3 dissous (état spécial)	+ 35,9
Cr^2Cl^3 dissous dans cet état + 12NaO dissous = 3NaCl dissous + Cr^2O^3 dissous dans 9NaO	+ 27,2
H gaz + O gaz = HO liquide	+ 34,5
Total	x + 97,6

Deuxième cycle.

Cr^2Cl^2 anhydre + Aq = Cr^2Cl^2 dissous	+ 18,6
Cr^2Cl^2 dissous + O gaz = Cr^2Cl^2O dissous	+ 50,4
H gaz + Cl gaz = HCl dissous	+ 39,3
Cr^2Cl^2O dissous + HCl dissous (composé spécial)	+ 0,6
(Cr^2Cl^2O + HCl) dissous + 12NaO dissous = 3NaCl dissous + Cr^2O^3 dissous dans 9NaO	+ 28,1
Total	+137,0

$$x = 137 - 97,6 = +39,4.$$

» Ainsi donc $1^{éq}$ de chlore gazeux Cl = 35,5, en se fixant sur Cr^2Cl^2, dégage $+39^{Cal},4$. Ce dégagement de chaleur considérable dénote chez le protochlorure de chrome une activité de combinaison comparable à celle d'un corps simple. Ce nombre de calories est, en effet, du même ordre que

ceux qui accompagnent la fixation de $1^{éq}$ de chlore sur le fer et les métaux de cette famille. A l'état dissous la transformation est encore bien plus rapide; aussi est-elle accompagnée d'un dégagement de chaleur encore plus notable. D'après ces nouvelles déterminations, dans lesquelles j'ai eu soin de réaliser un état moléculaire identique pour l'oxyde de chrome, cette chaleur de transformation est

	Cal
Cr^2Cl^2 dissous + Cl gaz = Cr^2Cl^3 vert dissous	+51,4
Cr^2Cl^2 dissous + Cl gaz = Cr^2Cl^3 gris dissous	+60,8

» *États moléculaires de l'oxyde de chrome.* — Dans les expériences primitives, l'oxyde de chrome était précipité par une quantité de soude équivalente (3NaO); or, pour que l'identité finale des états fût réalisée dans les deux cycles, il fallait que l'oxyde de chrome précipité, dans ces conditions, du sesquichlorure, fût dans le même état moléculaire que l'oxyde précipité de l'oxychlorure. Pour comparer ces deux oxydes, j'ai mesuré leur chaleur de dissolution dans l'acide chlorhydrique *immédiatement* après leur précipitation. J'ai trouvé

	Cal
Cr^2O^3 (précipité de Cr^2Cl^3) + 3HCl dissous	+20,7
Cr^2O^3 (précipité de Cr^2Cl^2O) + 3HCl dissous	+14,2

Ainsi donc ces deux oxydes ne sont pas identiques; mais la différence dans les chaleurs de neutralisation de ces deux oxydes tient à ce fait très curieux que, *tandis que le premier se combine avec* $3^{éq}$ *d'acide chlorhydrique, le second ne se combine qu'avec* $2^{éq}$. En effet, j'ai trouvé

Cr^2O^3 (précipité de Cr^2Cl^2O) + 2HCl dissous .... $+14^{Cal},1$

» Pour amener ces deux oxydes de chrome à un état identique, j'ai eu recours à l'action d'un excès de soude, action signalée par M. Berthelot (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 6e série, t. I, p. 102); j'ai fait agir sur $1^{éq}$ du premier oxyde successivement $3^{éq}$, $6^{éq}$, $9^{éq}$, ... de soude; $9^{éq}$ suffisent pour le dissoudre; si l'on neutralise alors la soude par l'acide chlorhydrique, on reprécipite le sesquioxyde de chrome, mais un sesquioxyde modifié. J'ai reconnu que $9^{éq}$ de soude, c'est-à-dire la quantité nécessaire à la dissolution du sesquioxyde, amenaient celui-ci à un état définitif; en effet, quel que soit l'excès de soude ajouté en plus de $9^{éq}$, la soude étant ensuite neutralisée d'abord et l'oxyde ainsi reprécipité, on a toujours ensuite

Cr^2O^3 + 3HCl dissous .... $+9^{Cal},9$

» Quant à l'oxyde précipité de l'oxychlorure Cr^2Cl^2O, j'ai reconnu que $3^{éq}$ de soude suffisent pour le dissoudre et l'amener au même état final que le précédent. J'ai trouvé, en effet, après sa reprécipitation,

$Cr^2O^3 + 3HCl$ dissous.............................. $+10^{Cal},2$

L'usage des deux cycles précédents se trouve ainsi justifié.

» Mais, chose remarquable, et que je me borne à signaler maintenant, *l'oxyde de chrome ainsi modifié, qu'il provienne du sesquichlorure ou de l'oxychlorure, ne se combine plus désormais qu'avec* $2^{éq}$ *d'acide chlorhydrique*, au moins en liqueur étendue.

» En résumé, j'ai rencontré dans ces études trois variétés d'oxyde de chrome :

» 1° L'une est précipitée de la dissolution de l'une quelconque des deux variétés isomériques de sesquichlorure solide, que j'ai décrites (p. 515 et 548 de ce Volume), ou bien encore d'un sel violet de chrome, par une quantité équivalente de soude $3NaO$. Il est caractérisé par ce fait qu'il se combine avec $3^{éq}$ d'acide chlorhydrique. En effet, traité immédiatement après sa précipitation par $2^{éq}$ d'acide, il s'y dissout en dégageant $+12^{Cal},5$; un troisième équivalent ajouté immédiatement s'y combine en dégageant $+8^{Cal},2$ et donne une dissolution de sesquichlorure bleu violet. Il semble ainsi qu'un seul oxyde réponde aux deux états du chlorure ; mais il est possible que ceci tienne à ce que l'action de l'alcali produit l'identité d'état du précipité.

» Un autre oxyde est précipité de même de l'oxychlorure Cr^2Cl^2O (formé par l'oxydation du protochlorure $CrCl$) par $2^{éq}$ de soude. Il est caractérisé par ce fait qu'il ne se combine qu'avec $2^{éq}$ d'acide chlorhydrique. En effet, traité immédiatement après sa précipitation par $2^{éq}$ d'acide, il dégage $+14,1$; l'addition d'un troisième équivalent ne produit pas de chaleur sensible. On a une solution verte.

» 3° Les deux oxydes précédents, traités par un excès de soude capable de les dissoudre, puis reprécipités en neutralisant cette soude, fournissent un troisième oxyde qui dégage avec $2^{éq}$ d'acide $+10^{Cal}$ et qui ne dégage pas de chaleur avec un troisième équivalent.

» Cette troisième forme paraît être la forme stable de l'oxyde de chrome précipité. Les deux autres variétés sont en effet très instables et commencent à se modifier immédiatement après leur précipitation en tendant vers celle-ci.

» J'ajouterai que j'ai reconnu que l'oxyde de chrome des sels verts de

chrome, autres que les chlorures, se comporte comme les deux dernières variétés, c'est-à-dire qu'il ne fixe que 2^{éq} d'acide chlorhydrique; mais je n'ai pu l'obtenir à un état de pureté suffisant pour pouvoir donner sa chaleur de neutralisation exactement.

» Je me borne à signaler pour le moment ces faits qui ne se rattachent qu'indirectement à cette étude; dans une prochaine Communication, j'indiquerai comment j'ai réalisé la transformation effective du protochlorure en sesquichlorure et quelles variétés de sesquichlorure j'ai obtenues. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques éthers chlorés*. Note de M. **L. Godefroy**, présentée par M. Friedel.

« I. *Éther vinyléthylique monochloré* : $CHCl{=}CH{-}O{-}C^2H^5$. — Pour préparer ce corps, je fais agir la poudre de zinc et l'eau sur le composé $C^6H^{12}Cl^2O^3$, que j'obtiens en faisant passer du chlore à travers un mélange de dichromate de potassium et d'alcool; au lieu de poudre de zinc ordinaire, j'emploie la *poudre de zinc cuivrée* par immersion dans le sulfate de cuivre. La réaction peut être représentée par l'équation suivante :

$$C^6H^{12}Cl^2O^3 + Zn^2 + H^2O$$
$$= 2ZnO + HCl + C^2H^5{-}OH + CHCl{=}CH{-}O{-}C^2H^5.$$

» L'acide chlorhydrique formé attaque le zinc et donne de l'hydrogène qui se dégage [1].

» La densité de vapeur, prise à l'aide de l'appareil de Meyer dans la vapeur de benzoate d'amyle, a été trouvée égale à 352, la densité théorique étant 3,68.

» L'éther vinyléthylique monochloré est un liquide incolore, mobile quand il est frais préparé; il bout à + 123° sous la pression normale; sa densité à + 19° est 1,0361; son odeur est douce et pénétrante; il est inso-

(1) Les analyses de l'éther ont donné les résultats suivants :

	Trouvé							Calculé pour
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	C^4H^7ClO.
C....	45,14	44,53	45,10	44,75	»	»	»	45,09
H....	6,72	6,55	6,68	6,64	»	»	»	6,57
Cl....	»	»	»	»	33,17	32,97	33,27	33,31
O....	»	»	»	»	»	»	»	15,03

luble dans l'eau, soluble dans l'alcool et dans l'éther. Il absorbe énergiquement le brome et donne l'éther $CHClBr-CHBr-O-C^2H^5$, liquide jaune bouillant à + 170°-180° en se décomposant partiellement. Avec le chlore, il donne l'éther trichloré $CHCl^2-CHCl-O-C^2H^5$. Il absorbe également l'acide chlorhydrique gazeux pour donner le corps

$$CH^2Cl-CHCl-O-C^2H^5,$$

qui paraît identique avec l'éther dichloré de Lieben.

» L'acide nitrique bouillant transforme l'éther vinyléthylique monochloré en acide acétique et en acide monochloracétique. Le perchlorure de phosphore donne d'abord de l'éther trichloré; lorsque son action est plus complète, on obtient du chlorure d'éthyle : ces réactions caractéristiques indiquent clairement quelle est la constitution de ce composé.

» L'éther vinyléthylique monochloré réduit l'azotate d'argent ammoniacal avec formation d'un miroir d'argent.

» Abandonné à l'air humide dans des conditions encore mal déterminées, il s'épaissit rapidement, puis se transforme en une masse solide vitreuse qui répond à la formule $(C^4H^7ClO)^3 + H^2O$.

» II. *Éther trichloré :* $CHCl^2\text{-}CHCl\text{-}O\text{-}C^2H^5$. — Ce corps résulte de l'action du chlore sur le précédent [1].

» L'éther trichloré est un liquide fumant à l'air, bouillant vers + 157° en se décomposant partiellement; son odeur rappelle celle du foin coupé.

» Avec l'éthylate de sodium, il donne le dichloracétal : réaction qui vérifie sa formule de constitution

$$CHCl^2\text{-}CH\begin{cases}Cl\\OC^2H^5\end{cases} + C^2H^5\text{-}ONa = NaCl + CHCl^2\text{-}CH\begin{cases}OC^2H^5\\OC^2H^5\end{cases}.$$

» La potasse en solution aqueuse concentrée (50 pour 100) lui enlève, à la température de l'ébullition, les éléments de l'acide chlorhydrique et donne :

---

(1) *Analyses.*

	Trouvé. I.	II.	III.	IV.	V.	Calculé pour $C^4H^7Cl^3O$.
C........	27,10	26,61	27,17	»	»	27,06
H........	4,07	4,05	4,22	»	»	3,95
Cl........	»	»	»	59,36	59,37	59,97
O........	»	»	»	»	»	9,02

» III. *L'éther vinyléthylique dichloré :* $CCl^2 = CH\text{-}O\text{-}C^2H^5$ (¹). — Ce produit bout à $+145°$, son odeur est douce et pénétrante, il est insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et dans l'éther, réduit l'azotate d'argent ammoniacal avec formation d'un miroir; il absorbe énergiquement le brome; avec le chlore il donne :

» IV. *L'éther tétrachloré :* $CCl^3\text{-}CHCl\text{-}O\text{-}C^2H^5$. — Liquide bouillant à $+180°\text{-}185°$ sous la pression normale; son odeur légèrement piquante est aromatique et rappelle celle de la menthe et celle de l'essence de térébenthine.

» Il paraît identique avec celui que M. Henry a préparé en traitant l'alcoolate de chloral par le perchlorure de phosphore. Soumis à l'action de la potasse en solution aqueuse concentrée (50 pour 100), il donne :

» V. *L'éther vinyléthylique trichloré :* $CCl^2 = CCl - O - C^2H^5$. — Ce dernier est un liquide qui bout vers $+160°$ sous la pression de 760^{mm}; sa densité à $+19°$ est 1,3322 : il est insoluble dans l'eau, soluble dans l'éther et dans l'alcool.

» Frais préparé, il possède une odeur agréable de menthe; à l'air il perd de l'acide chlorhydrique et devient piquant.

» Ce corps est analogue à celui qui a été obtenu par MM. Paterno et Pisati dans des circonstances analogues; comme lui, il absorbe le brome et le chlore ; avec ce dernier il fournit :

VI. *L'éther pentachloré :* $CCl^3 - CCl^2 - O - C^2H^5$. — Liquide bouillant vers $+190°$, fumant à l'air, d'une odeur piquante et aromatique.

» *Conclusion.* — L'éther vinyléthylique monochloré, que j'ai découvert, m'a permis de préparer successivement, en tenant compte de l'éther de Lieben, six autres éthers dont quelques-uns sont connus, tandis que les autres sont inconnus. Il m'a paru intéressant de faire dériver ces corps les uns des autres, par les mêmes procédés qui permettent d'obtenir les chlorures d'éthylène et les éthylènes chlorés.

» J'ajoute que ces éthers forment deux séries distinctes possédant des propriétés générales caractéristiques presque opposées.

(¹)

	Trouvé				Calculé pour $C^4H^6Cl^2O$.
	I.	II.	III.	V.	
C	34,40	»	»	»	34,06
H	4,34	4,30	»	»	4,26
Cl	»	»	50,07	50,04	50,33
O	»	»	»	»	11,35

» Les éthers vinyléthyliques frais préparés sont fluides, incolores, ne fumant pas à l'air, d'une odeur douce et pénétrante, devenant d'autant plus aromatiques qu'ils contiennent plus de chlore. Ils distillent sans décomposition. Versés dans l'azotate d'argent ammoniacal, ils ne forment pas de précipité de chlorure d'argent, mais ils le réduisent avec formation d'un miroir. Ils absorbent le chlore, le brome et l'iode. Au contact de l'air, ils se transforment lentement et deviennent âcres.

» Les éthers éthyliques fument à l'air, leur odeur est irritante, mais elle l'est d'autant moins et devient d'autant plus aromatique qu'ils contiennent plus de chlore. Ils ne peuvent être distillés sans décomposition partielle. Versés dans l'azotate d'argent ammoniacal, ils donnent lieu à un abondant précipité de chlorure d'argent; à l'ébullition ils sont réducteurs; mais ils ne donnent pas, en général, le miroir d'argent [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Étude sur les naphtylphénylcarbonyles isomériques.* Note de M. **Rospendowski.**

« La théorie prévoit deux modifications isomériques du naphtylphénylcarbonyle : α et β.

» Toutes les deux ont été obtenues par MM. Merz et Kollarits en 1872 [2] par l'action de la naphtaline sur l'acide benzoïque en présence de P^2O^5. Ce procédé ne donne qu'un faible rendement. En 1873, MM. Merz et Grucarevic [3] obtinrent ces deux isomères en partant du chlorure de benzoyle, qu'ils font agir sur la naphtaline en présence du Zn métallique. Ici le rendement est plus satisfaisant; le dérivé α prédomine dans le produit de la réaction. En remplaçant Zn par Al^2Cl^6, je suis arrivé à un résultat non moins satisfaisant (85 pour 100 de la théorie), avec cette différence toutefois, que le dérivé β se forme, d'après ce procédé, en quantité beaucoup plus considérable.

» L'α-naphtylphénylcarbonyle se présente en grains cristallins, incolores, transparents, doués d'un vif éclat. Son point de fusion est à 75°,5 C. Son β-isomère fond à 82°C. et forme de longues aiguilles, blanches, soyeuses.

---

(1) Ce travail a été fait au Laboratoire de l'Institut catholique.

(2) *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft,* p. 645 ; 1872.

(3) *Ibid.,* p. 60 et 969 ; 1873.

» Les deux isomères, traités par la chaux sodée, se dédoublent d'après la formule [1]

$$C^{10}H^7COC^6H^5 + NaOH = C^{10}H^8 + C^6H^5COONa;$$

» En traitant la dissolution alcoolique du $C^{10}H^7COC^6H^5$ par l'amalgame de sodium, M. A. Lehne [2] a obtenu l'alcool secondaire correspondant : $\left\{ \begin{matrix} C^{10}H^7 \\ C^6H^5 \end{matrix} \right. CH.OH$.

» Les acétones en question n'ont pas été l'objet d'autres études jusqu'à présent.

» *Action de l'acide azotique fumant.* — J'ai commencé d'abord par préparer les dérivés nitrés de ces corps; mais, n'étant pas parvenu à les obtenir à l'état de pureté, j'en ai abandonné la recherche pour le moment.

» *Action du brome.* — Espérant obtenir le dérivé bibromé, j'ai opéré d'après la formule

$$C^{10}H^7COC^6H^5 + 2Br^2 = 2HBr + C^{17}H^{10}Br^2O.$$

» J'ai dissous dans du chloroforme 50gr de α-$C^{10}H^7COC^6H^5$, j'ai placé cette dissolution dans un grand ballon, muni d'un long tube ascendant, et j'y ai ajouté peu à peu 23cc de brome, soit ± 69gr. Il se produit une assez vive réaction, puis le dégagement d'acide HBr se ralentit; alors j'ai chauffé doucement au bain-marie pendant peu de temps, et j'ai laissé reposer le tout pendant six jours.

» Après avoir chassé l'excès de brome et $CHCl^3$ au bain-marie, on lave le sirop jaunâtre, sentant l'amande amère, ainsi obtenu, à la soude caustique, pour éliminer les dernières traces de brome et de HBr, et puis à l'eau pure. Pendant ces opérations, le sirop se prend en une masse plastique, blanche d'abord, qui se teinte cependant assez vite en violet sale, comme AgCl à la lumière, et devient dure. On la dissout ensuite dans l'alcool bouillant, on décolore par le noir animal et l'on filtre. La solution dépose, par le refroidissement, de beaux petits cristaux qui, recristallisés même à plusieurs reprises, conservent toujours une légère coloration.

» Les plus beaux cristaux s'obtiennent d'une solution éthérée ou de la solution dans la benzine, additionnée de ligroïne.

» Le dérivé bromé pur ainsi obtenu se présente en belles tablettes car-

---

(1) *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, p. 1243; 1873.

(2) *Ibid.*, p. 359; 1880.

rées, transparentes, incolores (en grande épaisseur légèrement olivâtres), fusibles à 100°, 5 C. Il distille sans décomposition.

» L'analyse m'a montré que c'est un dérivé monobromé et non dibromé :

	Calculé pour $C^{17}H^{11}BrO$ (pour 100).	Trouvé (pour 100).	
		I.	II.
Br	25,72	25,31	25,53

» Soumis à la distillation sèche avec de la chaux sodée en excès, il fournit de la benzine et du β-naphtol, d'où il faut conclure que sa formule est $C^{10}H^{6}$ β-Br, α-CO, $C^{6}H^{5}$.

» *Oxydation.* — L'oxydation avec $HAzO^3$ ou avec $KMnO^4$ ne donne que de mauvais résultats.

» Le mélange chromique (3 parties $K^2Cr^2O^7$ + 4 parties H^2SO^4), par contre, conduit à de très bons résultats.

» 60gr de α-$C^{10}H^{7}COC^{6}H^{5}$ pulvérisé ont été introduits dans un ballon contenant 150gr de $K^2Cr^2O^7$ et 213gr de H^2SO^4, dilué de deux fois et demie son volume d'eau et chauffés au bain de sable. Il s'établit tout de suite une vive réaction avec dégagement de CO^2. Quand elle est terminée, on extrait l'acide formé par le Na^2CO^3 et l'on soumet le résidu lavé et séché à l'oxydation réitérée de la même quantité de mélange chromique; après quoi on extrait de nouveau au Na^2CO^3. On réunit ensuite toutes les décoctions alcalines, on les concentre fortement et l'on déplace l'acide formé par H^2SO^4. Après refroidissement, il se dépose en petits cristaux brunâtres, qui se ramassent à la surface du liquide.

» Le meilleur moyen de purifier cet acide est de passer par son sel plombique, qui est insoluble dans l'eau.

» Dans ce but, on filtre les cristaux bruts, on les lave avec un peu d'eau froide, on les redissout dans beaucoup d'eau bouillante et l'on précipite au moyen d'une solution concentrée de $Pb(C^2H^3O^2)^2$. Le sel plombique du nouvel acide se ramasse par l'ébullition en flocons cristallins, qu'on filtre, lave bien à l'eau, puis on les délaye dans de l'eau pure et on les décompose à chaud par un courant de H^2S. La dissolution, séparée du PbS, décolorée par le noir animal et concentrée, dépose de beaux cristaux, que l'on fait cristalliser à plusieurs reprises dans l'eau pour les obtenir à l'état de pureté complète.

» Ils se présentent en lamelles rhomboédriques, blanches, groupées

comme les cristaux de fuchsine. Recristallisés dans l'éther, ils forment de belles tablettes transparentes et incolores, fusibles à 155° C.

» C'est un acide fort, décomposant les carbonates avec effervescence; il se dissout assez bien dans l'eau chaude, mais il ne distille pas avec la vapeur d'eau. Il est très soluble dans l'alcool, l'éther et bien d'autres dissolvants. Son sel de baryum est assez soluble dans l'eau, son sel d'argent l'est beaucoup.

» Ce nouvel acide ne peut être confondu avec l'acide $C^6H^5, COOH$ qui fond d'ailleurs à 120° C., ni avec l'acide phtalique qui fond à 175° C. Ce n'est pas non plus de l'acide α-$C^{10}H^7, CO\,OH$, dont on pourrait encore supposer la formation par l'oxydation de α-$C^{10}H^7\,CO\,C^6H^5$, parce que l'acide α-$C^{10}H^7, COOH$, distillé avec de la chaux, donne naissance à la naphtaline, tandis que notre nouvel acide répand, dans ces conditions, l'odeur caractéristique de la benzophénone.

» Or ce ne peut être autre chose que de l'acide *benzoylphtalique* (1, 2, 3) de la formule $C^6H^5\,CO\,C^6H^3 \left\langle \begin{matrix} CO\,OH \\ CO\,OH \end{matrix} \right.$.

» D'ailleurs l'analyse justifie pleinement cette assertion :

	Calculé pour $(C^3H^2O)^n$ (pour 100).	Trouvé (pour 100).	
		I.	II.
C	66,67	66,25	66,51
H	3,70	3,79	3,75 »

ZOOLOGIE. — *Sur les genres de Lombriciens terrestres de* Kinberg. Note de M. Edm. Perrier.

« Lorsque, en 1871, je me trouvai, pour reclasser la collection des Lombriciens du Muséum d'Histoire naturelle, dans l'obligation de rechercher sur quelles bases pouvait être établie la division de ces animaux en familles et en genres, mon premier soin fut de rechercher quels rapports pouvaient exister entre les caractères extérieurs si peu différents de ces animaux et leur organisation interne, si variée d'un genre à l'autre. Je déterminai, dans chaque genre, la position relative des orifices des canaux déférents, des orifices des oviductes, des poches copulatrices, des néphridies, celle des pores dorsaux, et, combinant les caractères avec ceux fournis

par les soies, le lobe céphalique et la ceinture, je parvins à établir que les genres de Lombriciens que j'avais pu examiner se répartissaient en trois familles, suivant que les orifices des canaux déférents étaient placés avant la ceinture, comme chez les *Lumbricus*, sur la ceinture, comme chez les Naïdiens, que l'on croyait se distinguer par là des Lombriciens terrestres, ou après la ceinture, comme chez les *Pericheta*, qui paraissaient par là exceptionnels. Les autres caractères fournissaient des caractères de genres ou d'espèces, et, parmi eux, les caractères fournis par les soies, auxquels on avait attaché jusque-là une importance exclusive, se montraient tout à fait subordonnés. Les caractéristiques des familles et des genres étaient établies sur ces bases nouvelles. J'essayai de répartir dans mes coupes les genres déjà connus, genres au nombre de quatorze, dont onze établis par Kinberg. Malheureusement les descriptions de Kinberg, ayant été faites sans que l'auteur eût, au préalable, déterminé la signification des caractères qu'il employait, ne mentionnaient pas ou n'indiquaient que d'une manière insuffisante les caractères qui m'avaient justement servi à établir les familles et les genres; les genres de Kinberg devenaient indéterminables. Depuis cette époque, M. le professeur Lovén, de Stockholm, a bien voulu me confier les spécimens mêmes qui avaient servi à son compatriote et me mettre ainsi en mesure d'établir la valeur de ses genres et de préciser définitivement leur caractéristique. Le genre *Alyattes* Kb. est simplement fondé sur une espèce du genre *Lumbricus*, de Buenos-Ayres; le genre *Hypogeon* demeure indéterminable.

» Ces deux genres doivent donc disparaître. Les genres *Tritogenia*, *Geogenia* et *Eurydame* appartiennent à la famille des Lombriciens intraclitelliens. Ces genres comprennent chacun une espèce. Le *Tritogenia sulcata*, originaire de Port-Natal, n'a pas six soies par anneau, mais huit; la ceinture s'étend du dix-septième au vingt-quatrième anneau; malheureusement l'état de l'animal coupé en cinq morceaux ne permet pas de déterminer les autres caractères. La ceinture de la *Geogenia natalensis* s'étend du treizième au dix-huitième anneau et non du neuvième au dix-huitième : les orifices génitaux mâles sont situés entre le seizième et le dix-septième anneau; les orifices de ces organes se segmentent en avant de la soie inférieure dorsale; les soies locomotrices en S présentent les verticilles réguliers de ses petites épines sur la ceinture, elles s'allongent beaucoup, portent leurs épines, et leur extrémité, brusquement amincie, se termine par un crochet mousse; ces soies creuses sont des soies copulatrices. L'*Eurydame insignis* Knb, de Panama, se rapproche de nos *Urocheta* par la

disposition quinconciale des soies postérieures; mais ces soies sont au nombre de quatre et non de huit par anneau; elles sont bifurquées comme celles des *Urocheta*. Les trois espèces rangées par Kinberg dans son genre Mandane et son *Hegesipile hanno* de Port-Natal doivent entrer dans le genre *Acanthodrilus* E. P.; ces Lombriciens sont postclitelliens, présentent quatre canaux déférents dont l'extrémité est renforcée par un faisceau de soies copulatrices. Le genre *Acanthodrilus* se trouve ainsi avoir une vaste extension géographique; il comprend les espèces suivantes : *A. obtusus* E. P., et *A. ungulatus* E. P., de la Nouvelle-Calédonie; *A. verticillatus* E. P., de Madagascar; *A. littoralis* Knb, de Magala; *A. stagnalis* Knb, de Montevideo; *A. patagonicus* Knb, de Port-Famine; *A. hanno* Knb, de Port-Natal.

» Les genres *Amyntas, Nitocris, Pheutima, Rhodopis, Lampito*, de Kinberg, ont été fondés sur de simples espèces du genre *Pericheta* de Schmanda, lui-même identique au genre *Megascolex* de Templeton. Ces genres doivent donc disparaître devant leur aîné, le genre *Megascolex;* ils n'ajoutent que la Californie à la liste des nombreuses localités où des *Megascolex* ont été trouvés.

» La liste des genres de Lombriciens terrestres valables, antérieurs à la publication de mon Mémoire de 1872, se réduit donc aux genres *Lombricus* Linné; *Tritogenia* Knb; *Geogenia* Kinberg; *Eurydame* Kinberg; *Megascolex* Templeton. A cette Note j'ai ajouté les genres *Anteus, Titanus, Urocheta, Endrilus, Rhinodrilus, Acanthodrilus, Plutillus, Pontodrilus, Digaster, Moniligaster, Perionyx*. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'alimentation des Tortues marines*. Note de MM. **G. Pouchet** et **J. de Guerne**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« S. A. le Prince héréditaire de Monaco, au retour du voyage dans les parages des Açores, dont il a communiqué les résultats à l'Académie des Sciences (*Comptes rendus*, séance du 16 novembre 1885), a remis à l'un de nous les viscères et le contenu de l'estomac d'un certain nombre de Tortues (*Thalassochelys caretta*, Linné) (¹), pêchées pour la plupart loin des côtes, jusqu'à 200 milles de toute terre.

(¹) Nous devons cette détermination à l'obligeance de M. le professeur Vaillant; le *Thalassochelys caretta*, de Linné, ne doit pas être confondu avec la Tortue vulgaire appelée *Caret*.

» Les Tortues marines passent généralement pour Herbivores. Toutefois, plusieurs cas d'alimentation exclusivement animale avaient été déjà signalés chez ces animaux (P.-J. VAN BENEDEN : *Chelone Midas*, débris de Buccins et de Pagures; MOSELEY, *Challenger : Ch. imbricata*, Vélelles). Il n'en était que plus intéressant de vérifier quelle pourrait être la nourriture normale des Chéloniens à la surface de l'Océan, loin de tout rivage, en dehors de la région des algues flottantes et sur des points où la mer a une profondeur considérable.

» Les matériaux que nous avons entre les mains démontrent que *Th. caretta* Lin., dans ces circonstances, vit aux dépens de la faune pélagique. Dans l'estomac de l'un d'eux, dont nous donnons, à titre d'exemple, le contenu détaillé, on trouve : 1° *Hyalœa tridentata*, nombreux; 2° fragments de Méduses; 3° plusieurs Crustacés amphipodes (*Hyperia medusarum*), absorbés sans doute avec la Méduse dont ils étaient parasites; 4° *Nautilograpsus minutus*, débris; 5° *Lepas anatifera*, en touffes; 6° nombreux Syngnathes (*Entelurus æquoreus*), dont plusieurs déjà en partie digérés. Il semble que *Th. caretta* Lin. avale tous les corps flottants qui se présentent. Nous trouvons dans le même estomac: 7° nombreuses escarbilles; 8° un morceau d'écorce de bouleau; 9° des brins de paille; 10° des éclats de bois.

» Un autre estomac contient un volumineux morceau de liège. Enfin plusieurs renfermaient des poissons frais qui furent utilisés pour la cuisine du bord.

» Ce régime animal chez les Tortues devenues accidentellement pélagiques peut donner lieu à certaines remarques. Il résulte en effet, de ce qui précède, que le fond de leur nourriture est fourni par les animaux de la surface. Toutefois la présence de nombreux *Hyalœa* encore frais dans l'estomac de *Thalassochelys* capturés pendant le jour semblerait indiquer que ces Tortues peuvent poursuivre profondément, et peut-être jusque dans les zones obscures de la mer, des Mollusques que la nuit seule ramène à la surface.

» L'examen microscopique de la base d'une des touffes de *Lepas* montre que celle-ci a été arrachée de la peau d'une Tortue, comme l'indiquent des débris épithéliaux encore adhérents au produit de la glande cémentaire. *Thalassochelys caretta* Lin. trouve donc à l'occasion sur ses congénères une source nouvelle d'alimentation dans les parasites et les commensaux (*Nautilograpsus*) qui vivent sur ces Tortues, comme sur d'autres corps flottants.

» Enfin cette nourriture animale des Tortues marines explique la variété des vers intestinaux signalés chez elles, mieux peut-être que ne le pourrait

faire le régime végétal qu'elles suivent, dit-on, quand elles se rapprochent des côtes pour pondre.

GÉOLOGIE. — *Sur la découverte d'un gisement cénomanien au Pech de Foix.* Note de M. **J. Roussel**, présentée par M. Hébert.

« Il y a quelques mois, j'ai trouvé, au Pech de Foix, des Orbitolines qui ont attiré mon attention. En les étudiant, j'ai reconnu qu'elles sont très voisines des *Orbitolina concava* de Fourtou et de la Cluse de Péreille. Je me suis aussitôt livré à la recherche des fossiles, et je n'ai pas tardé à découvrir quelques espèces intéressantes qui caractérisent une importante série de couches.

» C'est dans la partie supérieure du vallon de Pradières que cette série se montre avec tout son développement. Là existent environ 350^{m} de brèches et de grès, alternant avec des marnes noirâtres, et reposant sur 150^{m} de calcaires bréchiformes ou grumeleux. Toutes ces couches sont concordantes et caractérisées par des Rudistes et des Nérinées, avec Térébratules, Térébratelles, Rhynchonelles, Orbitolines, etc. En outre, à la partie supérieure, j'ai trouvé le *Belemnites ultimus* et autres Bélemnites, et à la partie inférieure, un assez grand nombre d'Échinides, dont le plus commun paraît être *Discoidea infera*, et parmi lesquels M. Cotteau a reconnu *Orthopsis granularis*.

» Dans le vallon de Pradières, au-dessous de ces couches, viennent environ 300^{m} de calcaires qui représentent le crétacé inférieur; mais il n'en est pas toujours ainsi. Dans les communes de Lherm, de Leychert et de Roquefixade, les Orbitolines sont dans un calcaire à silex qui repose immédiatement sur le lias ou la bauxite; il y a manifestement transgressivité, et ce fait ne doit pas surprendre, car le cénomanien de Sézenac, depuis longtemps connu des géologues fuxéens, est aussi superposé au lias.

» Le calcaire à silex du Pech a une puissance d'environ 50^{m}. Il est compact et dur; mais, par places, il devient marneux et glauconieux, et alors il se désagrège. Les surfaces exposées à l'air sont rongées et incrustées de fossiles silicifiés. Cette assise est, en effet, pétrie de Polypiers, de Bryozoaires, d'Orbitolines, de Térébrirostres, de Térébratules, de Térébratelles, d'Huîtres plissées, de Radiolites et autres Rudistes, de radioles d'Oursins, etc. Ce sont les strates inférieures qui sont les plus fossilifères. J'y ai trouvé *Pygaster truncatus* et *Rhynchonella grasiana*, espèces cénoma-

niennes. Il y existe plusieurs autres espèces d'Échinides dont la plupart sont nouvelles : elles appartiennent aux genres *Salenia, Cyphosoma, Cidaris, Epiaster, Discoidea* (*Discoidea infera* et autres). M. Canal, instituteur à Leychert, y a recueilli deux *Orthopsis*, très voisins de l'*Orthopsis granularis*. On y rencontre enfin de nombreuses radioles, en forme de massue, d'un Cidaris probablement identique avec le *Cidaris Sorigneti*.

» Le calcaire qui contient ces fossiles est disposé, au sommet du Pech, en bandes irrégulières ou par îlots. Peut-être formait-il primitivement, autour de la montagne, une sorte de manteau dont il ne reste que des lambeaux.

» Du reste, ce n'est pas seulement du côté de Leychert qu'on l'observe. Je l'ai rencontré à Laborie, près de Foix, à Vernajoul et en d'autres lieux.

» A Laborie, sur les surfaces rongées, j'ai reconnu la plupart des fossiles que je viens d'énumérer. Mais là, j'ai fait, en outre, une découverte intéressante. J'ai retrouvé, au-dessous, la couche verte que M. Hébert a signalée au Tir à la cible et à Pradières, et qui est si remarquable par sa faune albienne (¹). Cette strate, déjà si mince au Tir à la cible, n'a plus que $0^m,03$ ou $0^m,04$ d'épaisseur à Laborie, où elle est cachée par le tapis végétal. J'ai pu la voir dans une tranchée récemment ouverte pour l'exploitation du calcaire urgonien. Elle est constituée par une sorte de grès vert, et elle présente les mêmes Ammonites, les mêmes Turritelles et Natices qu'au Tir à la cible. Elle est verticalement dressée et paraît concorder avec les calcaires sous-jacents et superposés.

» Tels sont les faits que j'ai observés; ils montrent qu'il existe au Pech de Foix une formation cénomanienne dont la puissance, en certains points, est comparable à celle du conglomérat de Camarade, et dont l'assise inférieure est constituée par un calcaire à silex qui recouvre parfois transgressivement le jurassique. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Essai expérimental sur le pouvoir toxique des urines fébriles*. Note de M. V. Feltz.

« J'ai démontré, avec mon savant et regretté Collègue Ritter, dans un travail qui a eu les honneurs du prix Godard en 1884, à l'Académie de

(¹) *Bulletin de la Société géologique*, 3ᵉ série, t. X, p. 549 et 647.

Médecine, que les urines humaines normales, fraîches, bien filtrées, chauffées à 33° de température et de 1018 à 1020 de densité, deviennent toxiques pour les chiens, lorsque l'on en injecte dans le sang veineux de ces animaux une quantité équivalente au volume d'urine qu'ils sécrètent en trois fois vingt-quatre heures environ; le poids de cette quantité oscille sensiblement autour du quinzième du poids de l'animal. Les accidents ainsi provoqués sont identiques à ceux dits *urémiques* ou *urinémiques*, que l'on détermine chez les chiens lorsqu'on tarit, par un procédé quelconque, la sécrétion urinaire.

» Nous nous sommes, Ritter et moi, arrêtés, d'après les résultats consignés dans notre Mémoire de 1881, à penser que la toxicité des urines normales croissait avec leur densité et que l'agent toxique principal des urines normales résidait bien plus dans les matières inorganiques que dans les matières organiques, notamment dans les sels potassiques.

» J'ai fait dans ces derniers temps, avec mon chef de laboratoire, M. P. Ehrmann, une nouvelle série d'expériences ayant pour objet l'étude de l'action de certaines urines humaines pathologiques. Nous nous sommes d'abord occupés des urines fébriles que nous avons recueillies dans les cliniques médicales de la Faculté de Médecine de Nancy; c'est ainsi que nous avons essayé successivement divers spécimens d'urines, venant de malades atteints de fièvre typhoïde, de scarlatine, de tuberculose aiguë, de pneunomie et de rhumatisme articulaire aigu. Nous n'avons rien changé, en dehors du facteur urines, dans notre Manuel opératoire, pour ces nouvelles recherches. Quatorze essais faits dans ces conditions nous ont donné des résultats que nous croyons dignes d'être signalés.

» Les accidents dits urémiques, depuis les premiers efforts d'élimination, suivis ou non d'effets, jusqu'aux phénomènes nerveux convulsifs, toniques ou cloniques, conduisant toujours au coma et presque toujours à la mort, se montrent beaucoup plus vite que lorsque l'on emploie des urines normales. Chez nos quatorze chiens, nous les avons vus survenir avec des doses d'urine bien inférieures à celles qui eussent été nécessaires, si nous avions opéré avec des urines normales. Nos calculs nous démontrent, en effet, que pour les urines pathologiques provenant d'affections franchement fébriles, les doses d'intoxication sont de deux tiers ou de moitié inférieures aux doses d'intoxication des urines normales; les poids des quantités d'urines fébriles nécessaires pour amener les accidents urémiques sont donc équivalents au trentième ou au quarante-cinquième du poids de l'animal et correspondent au volume des urines sécrétées par les chiens en vingt-quatre

heures au minimum, ou en quarante-huit heures au maximum. Le pouvoir toxique des urines normales étant représenté par 1, celui des urines fébriles le serait par 2 ou 3.

» Un autre point à faire ressortir dans nos nouvelles expériences, c'est que le pouvoir toxique des urines fébriles est loin d'obéir à la loi de proportionnalité des densités. Nous avons, en effet, constaté que des urines fébriles de 1007 de densité ont été aussi toxiques que des urines fébriles de 1024 de densité : ce fait s'est notamment présenté pour les urines des typhiques et des rhumatisants. Il y a donc, dans les urines pathologiques fébriles, des agents de toxicité qui ne se trouvent pas dans les urines normales ou qui ne sont représentés dans ces dernières que par des quantités relativement très faibles. Ce sont ces agents que nous aurons à rechercher, à partir de ce moment. »

TRAVAUX PUBLICS. — *Sur un projet de chemin de fer de la côte de Syrie au golfe Persique.* Note de M. **A. Dumont.**

« Depuis l'éclatant succès du canal de Suez, les relations avec l'Extrême-Orient se sont tellement multipliées que l'ouverture de la vallée de l'Euphrate entre la Méditerranée et le golfe Persique est revenue à l'ordre du jour.

» Quand le canal de Suez était encore à l'état d'étude et de discussion, on lui opposait l'ouverture de la vallée de l'Euphrate comme une concurrence; *aujourd'hui cette ouverture devient un complément nécessaire du canal.* C'est ainsi que tous les progrès s'enchaînent.

» Si, en effet, les 1400^{km} qui, par la vallée de l'Euphrate, séparent le golfe d'Alexandrie ou la baie d'Antioche (près de l'embouchure de l'Oronte) du golfe Persique étaient sillonnés par une voie de fer à grande vitesse, il serait possible de *gagner dix jours dans le temps du voyage* de Brindisi, de Marseille ou de Salonique à Bombay. En outre, on éviterait aux voyageurs la traversée si pénible de la mer Rouge; nul doute qu'une grande partie de ces voyageurs qui transitent aujourd'hui par Suez préféreraient la voie de l'Euphrate; il en serait de même des marchandises précieuses. Les conséquences économiques et politiques résultant d'un pareil travail seraient immenses.

» Dans le courant de l'année 1884, 3284 navires portant 5871500 tonnes et 148298 passagers ont traversé l'isthme. On doit prévoir que le tonnage

de transit par Suez atteindra prochainement 8 à 9 millions de tonnes et que le nombre des voyageurs sera de 200000.

» *En admettant que le $\frac{1}{4}$ seulement de ces derniers et que le $\frac{1}{20}$ du tonnage en marchandises précieuses,* telles que soies, thés, tissus, cafés, etc., prennent le chemin de fer de l'Euphrate, cela justifierait amplement toutes les dépenses du chemin de fer entre la Méditerranée et le golfe Persique; le trafic local ne sera pas d'ailleurs sans importance, au moins dans les deux extrémités de Séleucie à Alep et de Bagdad au golfe Persique.

» On sait d'ailleurs que le terrain n'offre aucune difficulté sérieuse : il suffit en effet de s'élever des bords de la Méditerranée, près de l'embouchure de l'Oronte (où serait reconstitué l'ancien port de Séleucie), sur le plateau d'Alep, à une hauteur de 480^{m}. Cela peut se faire avec des pentes très acceptables.

» Pour descendre d'Alep vers le golfe Persique par Bagdad, on suit de très près le cours de l'Euphrate dont la pente est faible. Il résulte de reconnaissances très sérieuses que la dépense totale ne dépasserait pas *deux cent cinquante millions* en se basant sur le prix de revient des lignes indiennes établies dans des conditions analogues.

» Depuis trente ans, des expéditions célèbres ont fait connaître ce terrain : est-il nécessaire de rappeler les beaux travaux du colonel Chesney exécutés par ordre du Parlement d'Angleterre, ceux de M. Jules Oppert, sous le patronage du gouvernement français et, dans ces temps derniers, les Cartes dressées en Allemagne ?

» L'ouverture de la vallée de l'Euphrate serait évidemment le point de départ de grands travaux d'assainissement et d'irrigation dans les plaines de la Mésopotamie, qu'on rendrait ainsi à leur ancienne fertilité.

» La vaste plaine qui s'étend au-dessous de Bagdad entre le Tigre et l'Euphrate, jusqu'à leur jonction à Korna, forme une ellipse immense dont la surface est *au moins* de *deux millions d'hectares*.

» Les eaux des deux fleuves, par leur vicieuse distribution et la ruine des anciens travaux des ingénieurs chaldéens, sont devenues depuis plusieurs siècles la cause de miasmes dangereux; les lieux habités sont insalubres; la terre, d'une prodigieuse fertilité quand elle était arrosée, ne rend aujourd'hui qu'une très faible portion des richesses qu'elle pourrait créer.

» Cependant, les deux fleuves roulent, à la hauteur de Bagdad, un volume moyen total qu'on estime de 6000^{mc} à 7000^{mc} *par seconde :* il suffirait de répandre rationnellement sur les plaines le $\frac{1}{10}$ seulement de ce volume, de rétablir les anciens canaux des souverains de Ninive et de Babylone pour

créer dans cette région une *nouvelle Lombardie*, bien plus vaste et plus productive que la Lombardie italienne, si fertile cependant.

» Ces travaux de régularisation et de curage de ces anciens canaux, qui avaient été conçus sur une immense échelle, ne présentent aucune difficulté sérieuse; exécutés à l'aide des puissants excavateurs expérimentés à Suez et à Panama, ils ne coûteraient que des sommes relativement peu importantes et se réaliseraient avec une grande rapidité. La nouvelle Lombardie asiatique ne serait qu'à une distance de cinq à six jours de l'Europe; la Turquie y trouverait une richesse immense et les populations nécessiteuses de l'Europe un puissant moyen de colonisation. »

M. **de Lesseps** présente les observations suivantes à propos de la Communication de M. *Dumont* :

« En 1825, le colonel anglais Chesney, qui venait de faire une exploration dans l'isthme de Suez et qui, le premier, avait constaté qu'il n'y avait aucune différence de niveau entre la Méditerranée et la mer Rouge, avait conçu le projet de faire creuser un canal entre la côte de Syrie et le golfe Persique, en se servant des eaux du Tigre et de l'Euphrate; une société financière fut même formée, il y a une vingtaine d'années en Angleterre, et elle reçut, avec l'appui de lord Statford de Redcliffe, ambassadeur britannique, un firman du sultan; mais elle ne put réussir à se constituer ni même à faire une étude complète.

» Depuis lors, plusieurs autres projets de canaux ont été proposés; mais aucun n'a pu même commencer un travail pour la canalisation de l'Euphrate et du Tigre, quoiqu'elle fût destinée à féconder des contrées autrefois très peuplées et qui aujourd'hui sont désertes et livrées au brigandage des tribus errantes.

» Quant au projet de chemin de fer de M. Dumont de la côte de Syrie au golfe Persique, je le crois praticable et même profitable, si j'en juge par les chemins de fer égyptiens, dont les trains sont encombrés par les indigènes, surtout dans les wagons de troisième classe. Les produits de ce chemin de fer devront plus compter sur les passagers et le commerce local de station à station que sur les transports maritimes des ports européens pour les ports de l'Extrême-Orient. »

M. **Valerio** adresse une Note sur la théorie des aérostats.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section d'Économie rurale présente, par l'organe de son doyen, M. Boussingault, la liste suivante de candidats à la place devenue vacante dans son sein, par suite du décès de M. *Bouley* :

En première ligne.	M. CHAUVEAU.
En seconde ligne (ex æquo) *et par ordre alphabétique*. . . .	M. ARLOING. M. BAILLET. M. SAINT-CYR.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures un quart.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 29 MARS 1886.

FÉLIX MICHALOWSKI. *Quarante ans de pratique médicale* (1836-1876). Paris, A. Coccoz, 1886; in-8°. (Adressé par l'auteur au concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1886.)

Du coefficient de dilatation des gaz et des vapeurs sous pressions constantes; par M. CH. ANTOINE. Lorient, 1885; in-f°, Mémoire autographié. (Deux exemplaires.)

Contributions à l'étude anatomique des Hirudinées. Rhync hobdelles. I. *Sur l'appareil générateur de la* Pontobdella muricata (*Leach*) ; *par* G. DUTILLEUL. Paris, O. Doin; Lille, impr. Danel; br. in-8°.

Recherches expérimentales sur l'influence du magnétisme sur la polarisation dans les diélectriques; par ED. VAN AUBEL. Bruxelles, F. Hayez, 1885; br. in-8°.

Physiologie et culture du blé; par E. RISLER. Paris, Hachette, 1886; in-18. (Présenté par M. Peligot.)

Les modifications de la voix humaine obtenues par les inhalations à l'accordeur du larynx; par le Dr Sandras. Paris, A. Delahaye et Lecrosnier, 1886; in-4°. (Deux exemplaires.)

Dokoutchaeff. *Matériaux pour le cadastre scientifique des terres dans la province de Nijni-Novgorod. Districts de Loukoyanov, Sergatch, Kniaghinine, d'Arzamass, d'Ardatov, Gorbatov, Nijni-Novgorod, Balakhna.* Saint-Pétersbourg, 1885-1886; 8 vol. in-8°. (Présentés par M. Daubrée.)

Memorial edition. The works of Francis Maitland Balfour, edited by M. Foster and Adam Sedgwick. London, Macmillan and C°, 1885; 4 vol. in-8°.

Transactions of the zoological Society of London; vol. XI, Part II; vol. XII, Part I. London, 1885-1886; 2 vol. in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 19 AVRIL 1886.

PRÉSIDENCE DE M. JURIEN DE LA GRAVIÈRE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie qu'en vertu de la loi du 8 mars 1886, déclarant jours fériés le lundi de Pâques et le lundi de la Pentecôte, la séance du 26 avril est reportée au mardi 27.

M. E. **Becquerel** fait part à l'Académie d'une Lettre qu'il a eu l'honneur de recevoir de l'Empereur du Brésil en date du 22 mars, dans laquelle Sa Majesté le charge d'exprimer à l'Académie tous ses sentiments de regrets à l'occasion de la mort de M. Jamin, qui pouvait encore rendre aux sciences tant de services et dont il avait pu apprécier la haute valeur scientifique.

ASTRONOMIE. — *Nouvelles méthodes pour la détermination directe de la valeur absolue de la réfraction à divers degrés de hauteur.* Note de M. **Lœwy**.

« Dans plusieurs Communications précédentes, j'ai indiqué une méthode permettant d'évaluer avec une haute précision les éléments de la

réfraction. Cette méthode, ainsi que la méthode usuelle, repose sur le principe suivant : on observe à deux époques différentes la distance entre deux astres et l'on constate ensuite l'effet df de la réfraction produite par la variation en hauteur des deux astres; le résultat ainsi obtenu dépend donc de la combinaison des réfractions de quatre distances zénithales différentes : $df = f(z') + f(z'') + f(z''') + f(z^{\text{IV}})$, z' et z'' étant les distances zénithales à la première époque et z''' et z^{IV} celles à la seconde. Pour corriger les éléments de la réfraction, il faut, au préalable, adopter une hypothèse pour la loi suivant laquelle la réfraction varie avec la hauteur, et c'est seulement après qu'il devient possible de trouver la valeur des constantes figurant dans la formule établie *a priori*. Aujourd'hui, je viens exposer d'abord une méthode d'observation à l'aide de laquelle on peut évaluer directement la réfraction à tous les degrés de hauteur, recherche qui était impossible à exécuter auparavant, et je donne ensuite un procédé qui fournit immédiatement l'effet de la température et de la pression barométrique sur la réfraction.

» Pour effectuer cette première étude, nous choisirons une étoile située très près du pôle, et les coordonnées de la seconde étoile seront indiquées par les formules que nous donnerons ultérieurement. On peut, au moyen du double miroir, observer les deux astres au moment où la seconde étoile se trouve près de l'horizon et exécuter toute une série d'observations jusqu'au moment où les deux étoiles se trouvent à la même hauteur, qui sera alors égale à peu près à la latitude. En désignant par γ la distance des deux astres, telle qu'elle serait vue dans le champ de la lunette si la réfraction n'existait pas; par Δ la distance des deux étoiles dans l'espace; par dz' l'effet de la réfraction sur l'étoile ordinaire à la première époque; par dz'' l'effet à la seconde époque; par $d\gamma$ la variation de γ provenant des réfractions; par $d\varphi$ la réfraction sur l'étoile polaire, que nous supposerons placée au pôle même; par φ la latitude; par $l_{\prime}$, $l_{\prime\prime}$, $l_{\prime\prime\prime}$, l_{IV}, ... la différence des lectures obtenues aux époques successives; alors on aura les relations suivantes :

$$d\gamma = \gamma + \frac{\cos z' - \cos z \cos\Delta}{\sin\Delta \sin z} dz + \frac{\cos z - \cos z' \cos\Delta}{\sin z' \sin\Delta} dz'$$

et, en remplaçant z par φ, on aura

$$l_{\prime} = \gamma - \frac{\sin\varphi \cos\Delta - \cos z'}{\cos\varphi \sin\Delta} d\varphi - \frac{\cos z' \cos\Delta - \sin\varphi}{\sin z' \sin\Delta} dz',$$

$$l_{\prime\prime} = \gamma - \frac{\sin\varphi \cos\Delta - \cos z''}{\cos\varphi \sin\Delta} d\varphi - \frac{\cos z'' \cos\Delta - \sin\varphi}{\sin z'' \sin\Delta} dz'',$$

....

» Mais, au moment où l'effet de la réfraction sur la distance est un minimum, c'est-à-dire quand les deux étoiles sont à la même hauteur, on aura $l = \gamma + 2 \operatorname{tang} \varphi \operatorname{tang} \frac{\Delta}{2} d\varphi$. En éliminant, à l'aide de cette dernière équation, l'inconnue γ de toutes les équations précédentes, on obtient une série de relations représentant les réfractions à diverses hauteurs, en fonction de celle de la polaire; en outre, on arrive ainsi à connaître directement la variation de la réfraction pour des hauteurs successives. Pour connaître ensuite les diverses réfractions absolues elles-mêmes, il suffit de déterminer la réfraction pour une seule hauteur quelconque; les relations précédentes permettent d'en déduire toutes les autres. Nous avons supposé ici que l'une des étoiles se trouve placée rigoureusement au pôle, c'est-à-dire que $d\varphi$ soit une constante. Cette supposition ne sera pas complètement réalisée dans la pratique; en réalité, on choisira une belle étoile, située à 20′ ou 30′ du pôle; mais il est facile de corriger $d\varphi$ de la légère variation, bien connue, produite par suite du petit changement de quelques minutes, dans la hauteur de la polaire, pendant l'intervalle des observations. Il faut, en outre, tenir compte de la variation de température et de pression barométrique, qui se manifeste dans l'espace de quelques heures. Pour exécuter cette mesure avec précision et le moins de travail possible, il est important d'effectuer toute la série d'observations entre le moment où la première étoile se trouve près de l'horizon et l'époque où elle arrive à la hauteur polaire, dans le minimum de temps. Dans ce but, nous allons déterminer les coordonnées de la première étoile de façon que cette condition se trouve réalisée. Nous avons, à l'époque de la première observation,

$$(1) \qquad \cos z' = \sin\varphi \sin\delta + \cos\varphi \cos\delta \cos\tau',$$

à l'époque de la seconde observation

$$(2) \qquad \cos z'' = \sin\varphi \sin\delta + \cos\varphi \cos\delta \cos\tau''.$$

Pour que $\tau'' - \tau'$ soit un minimum, il faut que la valeur $d\tau''$ soit égale à $d\tau'$; en différentiant par conséquent les deux équations par rapport à δ, τ' et τ'' et en posant $d\tau'' = d\tau'$, on trouve l'équation du minimum suivante

$$(3) \qquad \sin\varphi \cos\delta \cos\frac{\tau'' + \tau'}{2} - \cos\varphi \sin\delta \cos\frac{\tau'' - \tau'}{2} = 0.$$

Éliminant τ' et τ'' de (1), (2) et (3), on obtient

$$\sin^2\delta - \sin\varphi\sin\delta\left(\frac{\cos\frac{z''+z'}{2}}{\sin\frac{z''-z'}{2}} + \frac{\sin\frac{z''-z'}{2}}{\cos\frac{z''+z'}{2}}\right) + \sin^2\varphi = 0,$$

où $\sin\delta = \dfrac{\cos\frac{z''+z'}{2}}{\sin\frac{z''-z'}{2}}\sin\varphi$.

» En admettant pour l'angle du double miroir $\alpha = 40^\circ$ ou $\Delta = 80^\circ$, pour $z' = 80^\circ$ et $z'' = \varphi$, on trouve pour la latitude de Paris $\delta = 23^\circ 5'$ et $\tau'' - \tau' = 4^h 3^m$.

» On voit donc que toute la série d'observations nécessaires pour trouver la variation de la réfraction, pour chaque degré de hauteur, en fonction de la réfraction polaire, n'exige qu'une étude de quatre heures.

» Nous allons maintenant montrer comment il est possible de déterminer la variation de la réfraction relative à la température et à la pression barométrique, directement et indépendamment de toute erreur instrumentale. Cette variation est d'autant plus sensible que l'observation est faite près de l'horizon; nous allons donc, pour évaluer ces effets avec exactitude, faire la recherche pour une hauteur de 10°. Dans ce cas, on est obligé d'adopter $\alpha = 40^\circ$ ou $\Delta = 80^\circ$.

» En choisissant la déclinaison de l'une des étoiles égale à la latitude et en la combinant avec une autre étoile qui se trouve sur la voûte céleste à 80° environ, on pourra observer les deux astres au moment où l'un se trouve au zénith et l'autre dans le même cercle de hauteur et ayant alors naturellement la distance zénithale de 80°. En pointant les deux étoiles, la différence des lectures sera $l = \gamma + \rho_{10}$, ρ_{10} représentant ici la réfraction à 10° et correspondant à la hauteur barométrique et à la température donnée. En faisant la même observation dans des journées différentes, on obtiendra directement la variation de réfraction tenant au thermomètre et au baromètre. Comme on peut, dans une même soirée, observer plusieurs couples réalisant les mêmes conditions, il devient facile d'obtenir, dans une année, cette variation avec le degré de précision voulu.

» Il reste encore à indiquer la méthode permettant d'évaluer la réfraction pour une hauteur déterminée; il convient, pour les raisons qui seront développées ultérieurement, d'admettre la hauteur égale à 10°. Il faut alors, comme précédemment, adopter $\alpha = 40^\circ$, $\Delta = 80^\circ$ et un couple d'étoiles distantes sur la voûte céleste d'environ 80°. La déclinaison de l'une des étoiles étant égale à la latitude, on peut observer les deux astres

au moment où ils se trouvent dans le même cercle de hauteur. Nous aurons alors $l_{,} = \gamma + \rho_{10}$. Nous pouvons choisir les coordonnées de la seconde étoile de façon qu'au moment où les deux astres se trouvent à la même hauteur, cette hauteur soit également 10°. Pour Paris, par exemple, en prenant la première étoile au zénith, la seconde à la déclinaison de 2°27′ et à $5^h 10^m$ de différence en ascension droite avec la première, on aura réalisé les deux conditions réclamées. A une certaine époque on trouvera les deux étoiles dans le même cercle de hauteur, mais plus tard l'étoile zénithale, en marchant vers sa culmination inférieure, atteindra après $10^h 20^m$ la hauteur de 10°, tandis que la seconde étoile, ayant eu au méridien le maximum de hauteur, arrivera, après le même intervalle de temps de $10^h 20^m$, encore une fois à la hauteur 10°; l'effet de la réfraction sera ici un minimum : on aura alors, dans cette condition, $z' = z'' = \Delta$,

$$l_{,,} = \gamma + 2\frac{\cos\Delta - \cos^2\Delta}{\sin^2\Delta}\rho_{10} = \gamma + \frac{\cos\Delta}{\cos^2\frac{\Delta}{2}}\rho_{10},$$

et, par suite, $l_{,} - l_{,,} = \tang^2\frac{\Delta}{2}\rho_{10} = \rho_{10}\tang^2 40°$, d'où il résulte $\rho_{10} = \frac{l_{,} - l_{,,}}{0,7}$.

» On reconnaît donc qu'on arrivera à déterminer sans difficulté la réfraction à 10° avec une précision très grande si l'on base la recherche sur un nombre suffisant de mesures, car le coefficient de l'inconnue diffère peu de l'unité. En introduisant la valeur ainsi obtenue pour cette réfraction absolue dans les équations précédentes, on obtient successivement les réfractions elles-mêmes pour les divers degrés de hauteur, indépendamment de toute loi hypothétique et avec d'autant plus de précision que la hauteur est considérable. Toutefois le procédé qui consiste à se servir de la réfraction polaire comme intermédiaire pour déduire, à l'aide de ρ_{10}, les valeurs de toutes les autres, ne peut être utilisé dans tous les cas. L'analyse des équations montre, en effet, que, pour obtenir une exactitude suffisante, 1° il ne devient possible, pour tout lieu donné, que de trouver seulement un nombre restreint de valeurs absolues de ρ, 2° que la latitude doit être supérieure à environ ± 40°. Je ferai connaître, dans une Communication ultérieure, une méthode générale pouvant toujours être appliquée.

» L'examen de l'équation précédente montre en outre que l'exactitude dans la mesure de ρ sera d'autant plus grande que le coefficient $\tang^2\frac{\Delta}{2}$ sera plus notable; pour $\Delta = 90$, $\tang^2\frac{\Delta}{2}$ sera égal à l'unité. Mais, comme les observations, à cause de l'état défectueux de l'atmosphère, ne sont presque jamais possibles à l'horizon, il convient d'adopter Δ plus faible que 90°.

Ce sont ces considérations qui nous ont fait adopter $\alpha = 40°$, $\Delta = 80°$.

» Nous allons maintenant indiquer la règle à suivre pour déduire les coordonnées de la seconde étoile de manière à remplir les conditions géométriques du problème. Soient δ la déclinaison de la seconde étoile, s la différence en ascension droite des deux étoiles et τ'' l'angle horaire de l'étoile zénithale au moment où elle a atteint la hauteur de 10°. On a alors les trois équations suivantes, renfermant les trois inconnues τ'', δ et s :

$$(1) \qquad \cos 80° = \sin^2\varphi + \cos^2\varphi \cos\tau'',$$

$$(2) \qquad \cos 80° = \sin\varphi \sin\delta + \cos\varphi \cos\delta \cos(\tau'' - s),$$

$$(3) \qquad \cos\Delta = \cos 80° = \sin\varphi \sin\delta + \cos\varphi \cos\delta \cos s.$$

» La première équation fournit immédiatement la valeur de τ'', et, en retranchant (2) de (3), on trouve $\cos\varphi \cos\delta \sin\left(s - \frac{\tau''}{2}\right) \sin\frac{\tau''}{2} = 0$, ou $s = \frac{\tau''}{2}$. τ'' étant connu en vertu de la première équation, on a donc la valeur de s et par suite celle de δ à l'aide de l'une ou de l'autre des équations (2) ou (3). Cette inconnue peut aussi se tirer directement de l'équation suivante : $\sin\varphi \sin\delta + \cos\delta \sqrt{\cos^2\frac{\Delta}{2} - \sin^2\varphi} = \cos\Delta$; en admettant $\Delta = 80°$, on trouve pour Paris $\tau'' = 10^h 20^m 25^s$; $s = 5^h 10^m 13^s$ et $\delta = 2°27'$. A l'équateur τ'' n'est que $5^h 20^m$, $s = 2^h 40^m$.

» Pour les observatoires d'une latitude notable, dans la réalisation pratique de cette méthode, il semble donc se présenter l'inconvénient qu'il faudra faire la seconde observation après un grand intervalle de temps; mais, en réalité, cette difficulté n'est pas considérable, car il n'est pas nécessaire d'effectuer les mesures dans la même nuit, la recherche étant indépendante de toute erreur instrumentale. On peut donc effectuer la première série des mesures dans les heures avancées de la nuit et deux mois après, au commencement de la nuit, faire la seconde série de recherches. Il faut, dans ce cas, appliquer à γ les corrections de précession, nutation et aberration qui, pour un intervalle de temps si court, sont bien connues. Mais, si l'on veut absolument éviter cette réduction, on peut agir d'une autre manière. En effet, quand l'étoile zénithale descend vers l'horizon, l'étoile équatoriale monte; il arrive donc encore une seconde époque où les deux étoiles se trouvent à une même hauteur qui, cette fois, est plus considérable que 10°. Les deux équations suivantes permettent de trouver les deux inconnues z et τ''', s et δ étant connus,

$$\cos z = \sin^2\varphi + \cos^2\varphi \cos\tau''',$$

$$\cos z = \sin\varphi \sin\delta + \cos\varphi \cos\delta \cos(\tau''' - s),$$

et, en posant

$$\cos\varphi - \cos\delta\cos s = R\sin\psi,$$
$$\cos\delta \sin s = R\cos\psi,$$

la relation $R\sin(\tau''' - \psi) = 2\tang\varphi\sin\frac{\varphi-\delta}{2}\cos\frac{\varphi+\delta}{2}$ fournit la valeur de τ''' et ensuite on a z par la relation $\sin\frac{z}{2} = \cos\varphi\sin\frac{\tau'''}{2}$; pour Paris on a $\tau''' = 4^h 54^m 48^s$, $z = 46^\circ 30'$.

» Cette possibilité d'observer les étoiles à une égale hauteur au milieu de l'intervalle permet non seulement d'effectuer la recherche d'une autre manière, mais est encore avantageuse à plusieurs autres points de vue, que nous indiquerons plus loin. En effectuant ainsi une seconde observation après un intervalle de $4^h 54^m$, on aura la relation

$$l_v = \gamma + 2\tang z'''\tang\frac{\Delta}{2}dz''',$$

et, à l'aide de la première, $l_{,} = \gamma + \rho_{10}$, on aura

$$(a) \qquad l_{,} - l_v = \rho_{10} - 2\tang z'''\tang\frac{\Delta}{2}dz''';$$

mais, quelques mois après, on pourra observer alors les étoiles dans la même soirée, une première fois au moment où les hauteurs sont égales à $46^\circ 30'$ et la seconde fois quand elles sont égales à 10°; on trouvera par leur combinaison

$$(b) \qquad l_{,,} - l_{vi} = \rho_{10}\frac{\cos\Delta}{\cos^2\frac{\Delta}{2}} - 2\tang z'''\tang\frac{\Delta}{2}dz''';$$

la différence entre les deux équations (a) et (b) nous fournit maintenant la valeur de ρ_{10} indépendante de γ. Cette dernière équation (b) a ceci de remarquable, qu'elle permet de vérifier immédiatement si la loi de la réfraction représentée par $\rho\tang z$ est exacte; en effet, en supposant $z' = z''$ et en mettant $dz' = dz'' = \rho\tang z$, notre formule (1) nous fournit $d\gamma = 2\rho\tang\frac{\Delta}{2}$; par conséquent, si l'on observe avec le double miroir les deux astres à deux époques différentes où ils se trouvent à égale hauteur, on doit trouver pour $d\gamma$ la même valeur numérique. Dans notre cas, à la première opération z est égal à 80° et à la seconde $z''' = 46^\circ 30'$; les deuxièmes termes dans l'équation (b) doivent donc s'annuler si la réfraction croît proportionnellement à la tangente de z.

» Voici donc, en résumé, comment on opérera dans la pratique. On effectuera la première observation à l'époque où l'une des deux étoiles se trouve au zénith et l'autre à 10° de hauteur; on exécutera, environ $4^h 54^m$

après, la seconde observation au moment où les deux astres se trouvent à une égale hauteur de 46°30'; deux mois plus tard, on pourra faire la première observation à l'instant où les deux étoiles se trouvent à cette même hauteur de 46°30' et, ensuite, la seconde observation quand les deux étoiles sont à la hauteur de 10°. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la variation diurne, en grandeur et en direction, de la force magnétique dans le plan horizontal, à Greenwich, de* 1841 *à* 1876, *par Sir* G.-B. Airy. Note de M. Faye.

« Notre illustre Associé étranger, Sir G. Airy, vient de publier, en appendice au volume d'Observations de Greenwich pour 1884, une série de diagrammes du plus haut intérêt, représentant les variations diurnes en intensité et en direction horizontales de la force magnétique terrestre, pendant la longue série d'années où il a rempli si brillamment les fonctions d'Astronome royal pour l'Angleterre.

» Les observations des deux éléments, faites de deux heures en deux heures, de 1841 à 1857, puis relevées d'heure en heure sur les photographies, à partir de 1857, ont été comparées à la moyenne de chaque jour, de manière à mettre en évidence les variations horaires. Les moyennes de ces variations ont été prises ensuite heure par heure pour chaque mois, puis reportées graphiquement sur des courbes mensuelles en prenant pour abscisses les variations de l'intensité horizontale, et pour ordonnées celles de la déclinaison. Nous avons ainsi sous les yeux des courbes fermées représentant, pour chaque mois et à chaque heure du jour, les variations moyennes de la force horizontale.

» C'est sur ces données que je désire appeler l'attention de l'Académie.

» Voici d'abord l'opinion de Sir G. Airy :

« La forme de ces courbes et la situation des points correspondant aux heures du jour ne permettent pas de douter que l'inégalité diurne ne soit due principalement, et même, autant que je puis en juger, *entièrement* à la chaleur rayonnée par le Soleil (*radiant heat*); non pas à celle qui tombe sur le globe entier, mais, il me semble, à la chaleur qui parvient en des points de la Terre qui ne sont pas très éloignés de nos aimants. Dans les mois chauds, la courbe, bien qu'elle ne soit nullement circulaire, entoure le point central sans se recouper et présente, en général, une forme symétrique par rapport à l'est et à l'ouest. Mais, dans les mois froids, l'espace enfermé dans ces courbes est beaucoup plus petit, et la courbe se recoupe de la manière la plus bizarre en formant des boucles irrégulières aux points de croisement. Toutefois il s'y présente constamment une prépondérance vers l'ouest qui me donne à penser que l'effet magné-

tique de la chaleur solaire sur la mer est considérablement plus fort que son effet sur la terre. »

» On n'avait pas encore réuni ainsi, mois par mois, sous une même représentation géométrique, les variations horaires de l'intensité horizontale combinées avec celles de la déclinaison. J'ai donc cherché tout d'abord si, sous cette forme, la correspondance des taches du Soleil avec les variations diurnes du magnétisme terrestre se verrait facilement.

» N'ayant pas d'instrument de mesure, je me suis borné à opérer à l'œil, de sentiment pour ainsi dire, en notant sur une feuille de papier si les courbes allaient en s'élargissant ou en se rétrécissant d'année en année. J'ai ensuite comparé les maxima et minima ainsi estimés fort grossièrement aux époques analogues des taches solaires, d'après notre savant Correspondant de Zurich, M. Wolf :

Courbes magnétiques		Taches solaires	
minima.	maxima.	minima.	maxima.
1842	1848	1843,5	1848,1
1857	1860	1856,0	1860,1
1867	1870	1867,2	1870,6

» L'accord est d'autant plus frappant qu'il résulte d'une simple inspection des courbes. On reconnaît ainsi, en parcourant de l'œil la série des 430 diagrammes de Sir G. Airy, que ces courbes se dilatent et se contractent périodiquement à mesure que les taches et les pores se produisent ou disparaissent sur le Soleil. Mais c'est à cela que se réduit l'influence des taches.

» Si on laisse les taches solaires de côté pour ne considérer que la succession des températures, on trouve que les courbes se dilatent et se contractent aussi fort régulièrement avec les saisons. Les courbes d'été, comme l'a remarqué Sir G. Airy, sont beaucoup plus grandes que celles de l'hiver; mais elles ne cessent pas pour cela de suivre, dans leurs écarts, la marche horaire du Soleil avec une régularité bien supérieure à celle des thermomètres, en sorte qu'en examinant ces figures de mois en mois avec les heures qui y sont inscrites, c'est comme si l'on suivait le Soleil dans les heures de chaque jour et dans les saisons de chaque année : les taches n'y font rien.

» Par exemple, le plus grand écart à l'ouest répond, en l'année t, à $19^h 38^m + 1^m (t - 1860)$, temps moyen de Greenwich et, à l'est, à

$2^h 2^m + 1^m,1\ (t - 1860)$ avec un écart probable de 12 à 13^m (1), ce qui confirme bien ce qu'Arago disait autrefois, que l'aiguille de déclinaison est comme une horloge qui donnerait l'heure deux fois par jour, à un quart d'heure près, à une époque donnée.

» Mais voici ce qui m'a le plus frappé. Si l'on saute, sans transition, des courbes d'hiver correspondant à un maximum des taches aux courbes d'été correspondant à un minimum, on ne trouve presque aucune différence. En d'autres termes, les courbes d'été d'un minimum font l'effet, par leur grandeur et leurs irrégularités, d'appartenir à l'hiver d'une époque de maximum. C'est là, je crois, un phénomène que les courbes de Sir G. Airy mettent bien en évidence (2).

» On sait que l'abondance ou la rareté des taches ne produit pas d'effet sensible sur les températures. La marche diurne, mensuelle, annuelle de ces dernières ne s'en ressent pas. Nous venons de voir que l'abondance ou la rareté des taches n'agit pas davantage sur l'allure des courbes magnétiques, et ne change pas, même de quelques minutes, les heures des plus grands écarts. Mais, en même temps, l'abondance des taches dilate les courbes au point que les courbes d'hiver à l'époque d'un maximum se confondent presque avec les courbes d'été à l'époque d'un minimum.

» Si donc nous attribuons tous ces effets (sauf les variations séculaires) à la chaleur rayonnée par le Soleil, comme le veut Sir G. Airy, il faut admettre que celle-ci est de nature complexe, qu'une partie constante agit à la fois et avec la même régularité sur la température et sur le magnétisme terrestre, tandis que l'autre partie, partie variable qui peut manquer à certaines époques, agit sur la boussole suivant les mêmes lois, mais non sur la température (3).

---

(1) Les nombres ci-dessus répondent à la moyenne des mois de juin et de juillet. La variation annuelle de 1^m me paraît passablement déterminée, pour l'époque. Elle provient de ce que les mesures se rapportent au méridien astronomique, et non au méridien magnétique dont la direction a varié de 4° pendant le cours de ces observations. Tous ces phénomènes n'ont aucun rapport avec les taches.

(2) Comparez la courbe de juin 1842 à celle de janvier 1849, celles de janvier, février 1849 à celles de juin et de juillet 1857, celle de juillet 1857 à celle de février 1861, et surtout les courbes de mai, juin, juillet, août 1857 aux courbes de novembre, décembre 1870, et de janvier, février 1871.

(3) C'est ainsi que les choses se passeraient, par exemple, si la radiation solaire agissait sur nos aimants par l'intermédiaire de l'oxygène, et que certaines radiations absorbées spécialement par ce gaz le rendissent magnétique sans échauffer sensiblement l'atmosphère. Mais ceci n'a pour but que d'expliquer ma pensée.

» D'après cela, il ne suffirait pas d'étudier en bloc les radiations thermiques du Soleil au moyen d'appareils simples comme les pyrhéliomètres; il faudrait les étudier séparément dans les diverses régions du spectre, comme le fait M. Langley dont nous attendons impatiemment les conclusions.

» Je ferai remarquer à ce sujet que, d'après ma théorie de la production purement mécanique des taches solaires, il semble bien qu'une petite partie des radiations du Soleil puisse varier périodiquement de nature et d'intensité, sans que la constante solaire proprement dite en soit affectée pour nous. A une époque sans taches, la radiation est produite par la superficie de la photosphère; elle nous parvient après avoir traversé une assez forte épaisseur d'hydrogène relativement froid et doué d'une capacité d'absorption particulière. A l'époque d'un maximum, une partie notable de cet hydrogène est entraînée continuellement par les taches et par d'innombrables pores jusqu'à des profondeurs considérables. Cet hydrogène remonte ensuite tumultueusement, avec une très grande vitesse, tout autour des taches ou des pores; mais, comme il a participé pendant quelque temps à la température des couches profondes et qu'il en ramène avec lui une certaine quantité de vapeurs, il doit mêler, aux radiations habituelles et tout à fait prépondérantes pour nous de la photosphère, des radiations différentes, d'un ordre probablement plus élevé.

» S'il en était ainsi, il y aurait effectivement à distinguer deux actions solaires : l'une toute superficielle dont MM. Pouillet, Herschel, Forbes, Violle et Crova ont déterminé la valeur constante, et d'où dépend la température de notre atmosphère et de notre sol; l'autre, très faible, d'origine plus profonde, qui, sans modifier sensiblement la chaleur absorbée par notre atmosphère et nos instruments, agit sur nos aimants et varie périodiquement avec les taches et les pores qui la font surgir des profondeurs du Soleil.

» Voilà donc deux ordres de faits qui se correspondent. Je ne me dissimule pas la difficulté qu'il y a à les rattacher logiquement l'un à l'autre. Mon examen des courbes de Sir G. Airy aura du moins l'avantage de fixer l'attention sur la nécessité de déterminer d'une manière définitive ce qu'on nomme la constante solaire, en vérifiant sa constance dans le cours d'une période undécennale, et de compléter cette étude au moyen du bolomètre de M. Langley et du spectroscope, qui nous montreront si les rayons solaires s'enrichissent de radiations particulières à l'époque des maxima. Nous aurions, pour cela, une excellente station dans l'établissement astronomique que notre savant Confrère, M. l'amiral Mouchez, a su créer près de l'observatoire météorologique du Pic du Midi. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur les reptiles permiens découverts par M.* Fritsch. Note de M. **Albert Gaudry.**

« M. le professeur Fritsch a créé à Prague un important musée de Paléontologie. Parmi les fossiles les plus curieux qu'il y a réunis, on peut citer les reptiles découverts par lui dans le permien de la Bohême. Après avoir publié sur ces anciens quadrupèdes un grand ouvrage accompagné de nombreuses et magnifiques figures, il a pensé qu'il pourrait être utile de faire des restaurations de quelques-uns d'entre eux, en les représentant tels qu'il les suppose avoir été dans l'état de vie. Il a bien voulu me donner pour le Muséum un exemplaire de ces restaurations, et m'a demandé de le présenter à l'Académie des Sciences. On voit sur le même bloc douze genres de reptiles permiens : *Branchiosaurus, Melanerpeton, Dolichosoma, Ophiderpeton, Urocordylus, Keraterpeton, Limnerperton, Hyloplesion, Seeleya, Ricnodon, Orthocosta, Microbrachis.* Ces restaurations sont intéressantes, d'abord parce-qu'elles ont été faites par un savant très expérimenté et consciencieux, et puis parce qu'elles nous donnent une idée de l'aspect de quadrupèdes provenant de terrains où pendant longtemps on n'avait guère trouvé d'animaux plus élevés que des poissons. Les genres dont je montre les restaurations à l'Académie sont bien chétifs, comparativement aux reptiles des temps secondaires et même à ceux de l'époque actuelle.

» Il ne faudrait pas croire que la classe des reptiles a eu seulement d'aussi petits représentants à l'époque permienne. En France, aux environs d'Autun, on a recueilli de nombreux débris de plus grands animaux. Pour en donner une idée à l'Académie, je mets sous ses yeux un squelette entier trouvé dernièrement et offert au Muséum par M. Bayle, directeur de la Société lyonnaise des schistes bitumineux d'Autun. Quand il a été découvert, il était tellement engagé dans le schiste qu'il était peu reconnaissable; malgré l'extrême dureté de ce schiste, l'habile artiste du Muséum, M. Stahl, a pu le mettre au jour. Je crois que dans aucun pays on n'a encore découvert un aussi bel échantillon de reptile primaire. L'Actinodon pouvait atteindre 1^m de long. On a trouvé dans le même bassin d'Autun l'Euchirosaurus, qui était plus grand que l'Actinodon, et le Stereorachis, qui non seulement était plus grand, mais aussi était plus perfectionné. »

CHIMIE. — *Les fluorescences Zα et Zβ appartiennent-elles à des terres différentes?* Note de M. **Lecoq de Boisbaudran.**

« J'ai exprimé l'opinion (1) que les bandes fluorescentes voisines de $\lambda = 573$ et $\lambda = 543$ caractérisent deux terres spéciales que j'ai provisoirement nommées Zα et Zβ. Mes dernières observations paraissent s'accorder avec cette manière de voir. Voici d'ailleurs les faits.

» Dans le spectre que j'ai succinctement décrit autrefois (*Comptes rendus*, juin 1885, p. 1437-38), les bandes suivantes appartiennent à Zα, ou, du moins, suivent des marches trop analogues pour qu'il soit présentement permis de les attribuer à des éléments distincts :

$$Z\alpha \left\{ \begin{array}{ll} 104\frac{9}{10} & \lambda = 573 \\ 147\frac{1}{3} \text{ environ} & \lambda = 476\frac{1}{2}. \end{array} \right.$$

» Les autres bandes conservent entre elles leurs relations d'intensité comme si elles appartenaient à un même corps Zβ (2) :

$$Z\beta \left\{ \begin{array}{ll} 91\frac{3}{4} & \lambda = 620\frac{1}{2} \\ 101 & \lambda = 585\frac{3}{4} \text{ (double)} \\ 115\frac{1}{5} & \lambda = 543\frac{1}{5} \\ 141\frac{1}{3} \text{ environ} & \lambda = 487. \end{array} \right.$$

» Relativement à la terre Zβ, la terre Zα se trouve en tête des précipitations ménagées par AzH^3 et en queue des fractionnements par K^2OSO^3 ou par HCl concentré.

» L'addition d'une quantité très faible de chlorures ruthénique, platinique ou ferrique, aux solutions riches en Zα et Zβ provoque l'extinction, ou l'affaiblissement considérable, de toutes les bandes Zβ, tandis que Zα $104\frac{9}{10}$ est relativement peu affectée. On pourrait donc invoquer ici une des objections présentées par M. Crookes et dire que Zα et Zβ sont une même terre (Yt^2O^3 pour M. Crookes), dont les diverses bandes fluorescentes subissent des altérations inégales de la part des corps étrangers présents.

» Cependant l'expérience des chlorures de Ru, Pt et Fe semble parler plutôt en faveur de l'individualité de Zα et de Zβ. J'avais, en effet, déjà signalé

(1) *Comptes rendus*, juin 1885, p. 1440, et septembre 1885, p. 59.

(2) Les variations que j'ai parfois observées ne sont pas assez sensibles pour indiquer clairement la complexité de Zβ.

le voisinage des bandes Zα 104 $\frac{9}{10}$ et Zβ 101; il y a même superposition notable de ces bandes. Ainsi, le bord gauche de Zα 104 $\frac{9}{10}$ (observée en l'absence de Zβ 101) atteint 101 $\frac{4}{10}$ environ ($\lambda = 584,4$), et le bord droit de Zβ 101 est placé à peu près à 102 $\frac{9}{10}$ ($\lambda = 579,3$). Le croisement des bandes est donc d'environ 1 $\frac{1}{2}$ division du micromètre, ou λ 5,1.

» Il me paraît assez peu probable que l'absorption de certains rayons très réfrangibles, provocateurs de la fluorescence, annihile l'une de ces bandes à l'exclusion de l'autre, si elles appartiennent toutes deux à la même terre. Ne comprendrait-on pas mieux que, si les rayons excitateurs des fluorescences Zα et Zβ sont de réfrangibilités différentes, ceux qui produisent Zα peuvent encore agir, alors que ceux qui correspondent à Zβ sont interceptés?

» Les solutions des chlorures de Ru, Pt et Fe absorbent, en effet, toutes les radiations depuis l'ultra-violet jusqu'à un point d'autant plus rapproché du rouge que la liqueur est plus concentrée. Cette limite n'est toutefois point tranchée, mais est représentée par une zone de décroissement rapide de l'absorption. Mais les solutions terreuses, chez lesquelles Zα prédomine sur Zβ, n'éteignent les rayons très réfrangibles que par des bandes d'absorption entre lesquelles la lumière passe à peu près librement; ces bandes sont surtout celles de HO, Er et parfois Sm, Di. Il était donc intéressant de connaître l'effet d'une addition d'erbine ou de samarine pures ([1]) à des solutions donnant de beaux spectres Zβ.

» Une terre contenant une quantité modérée, mais sensible, de Ho et une moindre proportion de Er et de Di, fut dissoute dans HCl en excès. Par l'étincelle renversée, il se produisit un beau spectre de Zβ et un plus faible de Zα. On introduisit alors dans la liqueur beaucoup d'erbine pure et l'on reconnut que l'intensité des fluorescences Zα et Zβ n'en avait pas été très notablement diminuée.

» La même expérience fut faite en remplaçant l'erbine par de l'oxyde de didyme pur. Ici, la bande Zβ 101 et bonne part de la bande Zα 104 $\frac{9}{10}$ furent éteintes à cause de l'absorption de cette partie du spectre par le Di. Les autres bandes Zβ restèrent très bien marquées, quoique un peu plus affaiblies que par l'erbine. La bande 91 $\frac{1}{4}$ était relativement un peu plus atténuée que 115 $\frac{1}{5}$ et 141 $\frac{1}{5}$.

» Enfin, l'addition d'une assez forte quantité de samarine pure ne pro-

---

([1]) L'expérience n'a pu être faite avec l'holmine, cette terre n'ayant pas été obtenue pure.

voqua pas non plus de bien sensible diminution dans l'éclat des bandes Zα et Zβ.

» D'après ces observations, la présence des corps à spectres d'absorption discontinus chez les terres donnant Zα plus intense que Zβ ne semble point suffire à expliquer la faiblesse relative de Zβ dans l'hypothèse où ces deux fluorescences seraient dues à un corps unique.

» Bien que l'expérience n'ait pu être faite avec l'holmine, il reste fort probable que les bandes d'absorption de cette terre agissent comme celles de Er, Di et Sm, c'est-à-dire faiblement, sur les fluorescences Zα et Zβ. Je possède, d'ailleurs, une terbine ne contenant plus que de faibles traces de Ho et Sm, sans Er ni Di, mais dont la solution chlorhydrique donne un magnifique spectre Zβ, avec Zα encore facilement visible, quoique incomparablement plus faible que Zβ. Si Zα et Zβ appartenaient à une seule et même terre, par quelle cause la fluorescence Zα serait-elle à ce point diminuée?

» Même si les rayons excitateurs de Zα et Zβ étaient supposés identiques, il se pourrait que l'une de ces fluorescences se produisît à l'exclusion presque complète de l'autre : par exemple, dans le cas où les deux fluorescences pénétreraient à des profondeurs différentes dans le liquide. Cette interprétation s'appuierait sur l'expérience suivante.

» Quand, à la surface d'une solution riche en Zα et Zβ [et n'offrant pas de bande d'absorption près de 105 ([1])], on fait jaillir l'étincelle renversée vers le milieu du liquide (à quelques millimètres de la paroi du tube), on observe une augmentation d'éclat des bandes Zβ, due sans doute à ce que la nappe fluorescente se voit par sa tranche; mais la bande Zα $104\frac{9}{10}$ est éteinte, ou très affaiblie. En rapprochant l'étincelle de la paroi, contre le ménisque liquide, on rend à Zα toute sa vigueur. Cet effet paraît être dû à ce que la fluorescence Zα se produit à une très faible profondeur dans le liquide dont la surface, se déformant un peu au contact du jet électrique, empêche la lumière de parvenir à la fente du spectroscope. Lorsque, au moyen d'un jeu de miroirs, on amène sur la fente non plus la lumière émise horizontalement, mais celle qui suit une direction fortement descendante, le spectre de Zα réapparaît.

» La faible profondeur de la fluorescence Zα peut enfin contribuer à expliquer comment cette fluorescence est médiocrement influencée par les chlorures de Ru, Pt et Fe, la quantité de ces corps qui est traversée par les rayons excitateurs étant très petite.

([1]) Ne contenant pas de didyme.

» Les produits qui donnent le plus brillamment Zα et Zβ sont aussi ceux qui renferment le moins d'yttria, ou qui n'en contiennent pas du tout; je suis donc toujours convaincu que le spectre fluorescent, d'abord attribué à l'yttria, n'est point dû à cette terre et se compose uniquement des bandes de Zα, Zβ et Sm; je dois ajouter que mon savant ami M. Crookes continue de ne pas se rallier à cette opinion.

» Il résulte aussi de mes recherches que ni l'holmine, ni Zα (1) ne sont cause de la coloration orangée des terbines; je n'oserais point affirmer que ces terres Ho et Zα sont absolument incolores, ne les ayant pas obtenues pures, mais elles se concentrent dans des oxydes très pâles, provenant du fractionnement des terbines : leur coloration ne saurait donc être qu'assez légère. »

CHIMIE. — *Le* Yα *de M. de Marignac est définitivement nommé* gadolinium. Note de M. **Lecoq de Boisbaudran**.

« Au cours d'une correspondance que j'ai récemment eu l'honneur d'entretenir avec M. de Marignac, j'ai pris la liberté d'appeler l'attention de l'illustre chimiste sur l'avantage qu'il y aurait, pour ceux qui s'occupent des terres rares, à voir l'Yα recevoir enfin de l'auteur de sa découverte un nom définitif. Ce corps Yα, si intéressant, est, depuis longtemps déjà, trop bien étudié et son spectre offre des caractères trop nets pour qu'aucun doute puisse exister quant à son individualité.

» M. de Marignac a bien voulu me charger d'annoncer à l'Académie qu'il a choisi le nom de *gadolinium* (symbole Gd) pour le métal de l'Yα.

» Le dessin du spectre de Gd^2Cl^6, que j'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie, intéressera sans doute les savants qui s'occupent de Chimie minérale. »

---

(1) Je ne préjuge pas ici la question de savoir si Ho et Zα sont identiques ou non.

MÉTÉOROLOGIE. — *Deuxième Note sur les origines du flux électrique des nuages orageux;* par M. **Daniel Colladon** (1).

« On sait bien peu de chose sur la manière dont se répartit la tension électrique à la surface ou à l'intérieur des nuages, et il est probable que leur mode d'électrisation varie selon leur degré de condensation et les nombreuses modifications de leur constitution intérieure (2).

» Il est certain que quelques nuages très denses peuvent être considérés comme de véritables conducteurs, quoique formés probablement de milliards de petits centres qui peuvent être électrisés séparément, mais qui tous, dans un moment, soit infiniment court, soit ayant une durée perceptible à nos sens, peuvent perdre la presque totalité de leur tension électrique; c'est ce que prouvent mes expériences, faites en 1825 au Collège de France à Paris, avec mon galvanomètre isolé (3). L'aiguille de ce galvanomètre, sous l'influence d'un nuage orageux, qui réagissait sur une pointe élevée et produisait un courant dans le fil du galvanomètre, dont l'autre extrémité communiquait avec la terre, indiquait parfois une rapide augmentation de tension positive, immédiatement suivie d'un fort éclair, et l'aiguille du galvanomètre passait rapidement d'un courant positif à un courant négatif. La portion du nuage qui agissait sur ce galvanomètre avait donc changé le sens de son électricité dans un temps excessivement court.

» Il est quelquefois facile de constater que les grandes nuées électriques ne se déchargent pas toujours en totalité dans le même instant; on aperçoit distinctement dans leur masse, en apparence continue, au lieu d'un éclair général unique, une succession rapide de quelques décharges partielles, produisant ces éclairs appelés *saccadés* ou *tremblotants,* qui sont assez fréquents pendant les grands orages.

» On cite, dans la plupart des Traités de Météorologie, une observation

(1) Voir, pour la première partie de ce travail, le *Compte rendu* de la séance précédente, p. 838 et suiv.

(2) Un professeur de l'Université de Genève, M. G. Oltramare, a publié sur ce sujet une Note théorique en 1879 (*Archives des Sciences de la Bibliothèque universelle,* p. 487; 15 juin 1879).

(3) Péclet, *Traité de Physique,* 2e édition, t. II, p. 224; 1832.

isolée, de Charles Wheatstone, que l'on a à tort généralisée, en annonçant comme un fait universel que la durée d'un éclair ne dépasse guère un millième de seconde. J'ai eu l'avantage d'être lié d'amitié avec Charles Wheatstone et, pendant mes séjours à Londres (1843 et 1844), j'ai eu de très nombreuses occasions de conférer avec lui sur des questions de Physique et de Météorologie; il reconnaissait volontiers que ses expériences sur la durée des éclairs avaient été peu nombreuses et auraient mérité d'être reproduites.

» J'ai cité dans diverses Notices des faits qui démontrent qu'un certain nombre d'éclairs, surtout dans les forts orages, ont une durée très appréciable et qu'il est des coups de foudre dont on peut discerner la direction de mouvement, et qui par conséquent ne sont pas instantanés (1).

» La lumière d'un éclair qui ne durerait qu'un millième ou même un centième de seconde ferait paraître immobile un disque tournant sur lequel on aurait tracé des secteurs représentant les couleurs du prisme ou des rayons d'une blancheur éclatante séparés par un fond noir, lors même que les vitesses de rotation de ce disque atteindraient 60 ou 100 tours par seconde, à plus forte raison sa lueur pendant l'obscurité de la nuit ferait paraître immobiles des branches d'arbres agitées par le vent ou des trains de chemin de fer en marche. *Or tout observateur qui voudra s'en donner la peine pourra se convaincre qu'à la lueur des éclairs ces mouvements sont fort souvent appréciables à la vue.*

» Dans le courant de juillet 1871, j'avais eu recours, pour de nouvelles expériences, à l'obligeance de mon collègue et ami, le professeur Louis Dufour, de Lausanne, qui possédait un disque tournant indicateur ayant un fond noir et une croix blanche, auquel un petit moteur imprimait facilement une vitesse de 60 à 80 tours par seconde.

» Dans une Lettre du 17 août, il me répond :

« Dans mes essais avec le disque tournant, j'ai souvent vu mon disque comme immobile, exactement comme si on l'eût éclairé avec l'étincelle d'une bouteille de Leyde; bien souvent aussi on voit les rayons blancs dans plusieurs situations différentes qui toutes semblent instantanées, ce qui montre qu'il y a eu plusieurs éclairs très rapprochés en temps, d'une durée infiniment courte chacun; enfin j'ai bien fréquemment

---

(1) J'ai contrôlé quelquefois mes observations, par celles de quelques aides, sur la possibilité de discerner le sens dans lequel marchent les traits de foudre. La concordance de nos observations m'a prouvé que la chose est souvent possible, surtout pour les traits foudroyants d'une certaine longueur observés entre deux nuages.

observé mon disque éclairé d'une manière uniforme sur une portion ou sur la totalité de sa surface : les rayons de la croix blanche n'étaient plus distincts alors et le mouvement avait pu être appréciable pendant la durée de l'éclair; il est donc pour moi hors de doute que la lumière électrique dans l'atmosphère dure parfois un temps notable, énormément supérieur à celui de l'étincelle d'une bouteille de Leyde.

» Quant au sens des éclairs, j'ai aussi eu l'impression qu'on les voit se diriger quelquefois dans un certain sens. »

» Quelques habiles photographes, et spécialement M. R. Haensel, de Reichenberg (Bohême), ont eu l'obligeance de me faire parvenir, en 1883 et 1885, de très intéressantes photographies d'éclairs. Il est regrettable seulement que chacune de ces photographies ne représente pas un éclair unique; il serait surtout bien intéressant de pouvoir donner à la plaque impressionnable un mouvement rotatif très rapide pendant l'instant de l'action photographique.

» Un fait acquis au moyen des épreuves que je possède, fait que l'œil ébloui par l'éclair n'aurait pu discerner, c'est que quelques-uns de ces éclairs ont un tronc lumineux principal dirigé vers le sol, tronc auquel aboutissent plusieurs branches latérales qui s'épanouissent dans diverses parties du nuage orageux. C'est pour ainsi dire un torrent principal vers lequel affluent plusieurs ruisseaux provenant de sources plus ou moins éloignées.

§ II. — Observations du 6 aout 1885.

Coïncidence remarquable de mes observations avec d'autres faites le même jour en Angleterre. — J'ai pu suivre pendant la soirée du 6 août 1885 quelques faits météorologiques qui méritent d'être décrits.

» Cette journée avait été chaude : à l'observatoire de Genève, la température s'était élevée à $28^\circ\frac{9}{10}$. Un vent excessivement faible du nord-nord-est avait régné le matin; mais, depuis midi jusqu'au soir, l'atmosphère était parfaitement calme et sereine sur toute la vallée du Léman. Vers 6^h on a vu paraître à l'horizon sud-ouest une nuée épaisse, longue et étroite, d'un gris cendré, avançant rapidement dans le ciel serein, comme une espèce de long fuseau, passant près du zénith; elle semblait pousser devant elle une nappe de cirrus et était accompagnée latéralement par deux bandes semblables qui se sont rapidement élargies. Au bout d'une demi-heure cette longue nuée obscure et les réseaux de cirrus qui l'accompagnaient avaient traversé toute la partie visible du ciel au-dessus de la vallée et cependant la partie inférieure de l'atmosphère restait parfaitement calme et n'a commencé à être agitée que vers 8^h du soir.

» La partie inférieure du nuage central était très fortement mamelonnée

et présentait les apparences d'une grande tension électrique. Entre 6^h et $7^h 30^m$ les parties latérales de ce nuage s'étaient rapidement étendues, atteignant d'un côté la crête du Jura et de l'autre les montagnes qui bordent la vallée, c'est-à-dire le mont Salève, le Môle et les Voirons.

» On reproduit quelquefois dans les cours de Physique l'expérience suivante : un réservoir contenant de l'air comprimé chargé de fumée porte un trou latéral fermé par un diaphragme; si l'on rompt tout à coup ce diaphragme, on voit un jet d'air, rendu visible par la fumée, traverser rapidement l'air calme de la chambre, sans y produire une agitation bien notable. Quelque chose d'analogue a paru se passer dans la partie supérieure de l'atmosphère, entre 6^h et $6^h 30^m$ dans la soirée du 6 août.

» Un fort courant d'air chaud saturé d'humidité et venant du sud-ouest a traversé la partie moyenne ou supérieure de l'atmosphère à une hauteur qu'il est difficile d'apprécier, et, en se refroidissant, son excès d'humidité a formé simultanément des réseaux de cirrus et une épaisse nuée chargée d'électricité, sans que le calme des couches inférieures de l'atmosphère ait été dérangé.

» Après $8^h 30^m$, l'aspect du ciel était fort orageux, de nombreux lambeaux de nuages épais et comme déchirés paraissaient agités de mouvements très variés, quoique obéissant lentement à un transport général du sud-ouest au nord-est.

» Après 9^h, ces nuées, en s'écartant, permettaient de voir des portions de la nappe de cirrus qui s'étendait au-dessus; ces cirrus étaient phosphorescents comme ils l'auraient été par un beau clair de lune; à l'horizon nord-ouest, sur toute la chaîne visible du Jura, le ciel était voilé par d'épais nuages illuminés par des éclairs. Il en était de même pour le mont Salève, au delà duquel apparaissaient des éclairs fréquents.

» Une longue nuée noire dirigée de la Dôle au Salève, c'est-à-dire dans la direction même des pôles magnétiques, était bordée de chaque côté par une large lisière phosphorescente, et vers $9^h 15^m$ on a aperçu tout à coup sur la portion de ce nuage la plus voisine du Jura un noyau lumineux d'où s'échappaient, dans la direction du sud-ouest, deux ou trois rayons fortement phosphorescents; ce phénomène a duré encore vingt minutes et a été assez frappant pour être remarqué par de nombreux observateurs.

» D'autre part, depuis $9^h 30^m$ jusqu'à 11^h, l'extrémité sud-ouest du mont Salève, à partir des Pitons ([1]), était éclairée d'une lumière phosphorescente

---

([1]) Le mont Salève, situé au sud de Genève, a une forme allongée exactement dans la

assez intense pour trancher nettement avec toutes les autres parties de l'horizon. La lueur générale de cette partie sud-ouest du Salève et des nuages situés immédiatement au-dessus était tout à fait comparable à celle que l'on voit sur la ville de Genève quand le temps est légèrement brumeux et que les vapeurs du soir s'illuminent par l'éclairage des rues.

» On a signalé des cas rares de forêts d'arbres résineux devenues phosphorescentes par des temps très orageux; la distance ne m'a pas permis de distinguer si ces lueurs provenaient surtout de la phosphorescence des bouquets de sapins situés sur le flanc du Salève, ou avec une intensité égale de toutes les parties visibles de la montagne.

» M. Symons, rédacteur du journal *Monthly meteorological Magazine*, qui se publie à Londres, a eu l'obligeance de me communiquer le numéro du mois de septembre 1885, contenant une lettre de M. F. Gartside Fippinge, datée des environs de Schrewsbury, ville située à quelque distance au sud de Liverpool, dans laquelle il est dit :

« Jeudi passé 6 août, entre $9^h 30^m$ et $10^h 30^m$ du soir, nous avons constaté le plus grand développement d'électricité que j'aie jamais vu; ma fille et moi nous vîmes deux fois très distinctement des flots d'électricité s'élever du sol et monter aux nuages. Une autre apparence qui me parut curieuse, c'est que plusieurs fois une lumière intense, partant du bas d'une petite colline, s'étendait jusqu'à son sommet, la couvrant d'une lumière brillante. L'orage excessivement violent nous entourait de deux côtés, vers le sud-est et le sud-ouest. Certes, je n'avais jamais vu un spectacle d'éclairs aussi étendus et aussi brillants. »

» Cette coïncidence d'effets électriques intenses observés le même jour et aux mêmes heures, à 1000^{km} de distance, est un fait remarquable.

» Il se publie à Zurich, sous l'intelligente direction de M. Billwiller et du Bureau central météorologique suisse, des Tableaux quotidiens de l'état de l'atmosphère sur toute l'Europe à 8^h du matin. On voit sur ceux du 5 et du 6 août que, pendant ce second jour, il s'est opéré un changement total d'équilibre atmosphérique sur l'Europe occidentale. Les hautes pressions, qui, depuis le 20 juillet, n'avaient pas cessé de dominer sur l'Angleterre, ont subitement laissé prédominer les vents chauds et chargés de vapeur d'eau arrivant du sud-ouest. »

---

direction du nord-est au sud-ouest. Son extrémité sud-ouest est en forme de croupe arrondie et s'étend jusqu'à une partie élevée, le Piton, haut de 1380^m.

M. DE JONQUIÈRES offre à l'Académie un Opuscule, extrait du Tome XXIV du *Giornale di Matematiche*, dirigé par M. le professeur Battaglini, et s'exprime ainsi :

« En présentant à l'Académie, le 2 novembre dernier, quelques résultats concernant la théorie connue sous le nom de *transformations Cremona*, j'annonçais l'intention de donner ailleurs la démonstration de la méthode qui m'y avait conduit (¹).

» Cette démonstration fait l'objet principal de l'Opuscule que j'ai l'honneur d'offrir aujourd'hui à l'Académie. Il contient aussi plusieurs développements nouveaux, notamment sur la manière d'obtenir tout d'un coup, à l'aide d'un petit nombre d'intermédiaires, des *solutions* dites *géométriques*, pour tout nombre *n* premier. Enfin, on y trouve le *tableau* des solutions (conjuguées soit avec elles-mêmes, soit deux à deux, selon le cas) pour les valeurs 12 et 13 du degré de la transformation, déduites (sans préjudice d'autres contrôles) de celles pour le onzième degré, qui n'étaient pas connues et que j'ai publiées ailleurs (²). »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre pour la Section d'Économie rurale, en remplacement de feu M. *Bouley*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 50,

M. Chauveau obtient	47	suffrages.
M. Arloing »	2	»
M. Colin »	1	»

M. CHAUVEAU, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

(¹) *Comptes rendus*, t. CI, p. 857 et suiv.

(²) *Voir* le *tirage à part* de la *Communication* précitée, chez M. Gauthier-Villars, éditeur.

MÉMOIRES LUS.

BOTANIQUE. — *Sur les taches nécrosées des rameaux de pêcher.* Note de M. PRILLIEUX.

« Parmi les maladies qui attaquent les pêchers, il en est une qui, bien que si vaguement connue encore qu'elle n'a pas reçu des jardiniers de dénomination particulière, ne laisse pas que de causer dans les jardins des environs de Paris, dans ceux de Montreuil surtout où la production des pêches a une si grande importance, des dommages notables.

» On voit au printemps apparaître çà et là, sur les jeunes rameaux d'un an ou de deux ans dont l'écorce est encore verte, des taches brunes et déprimées. En ces points le parenchyme cortical est mort et desséché jusqu'au bois. Chaque tache peut grandir, en gagnant le tissu sain, au point de rejoindre ses bords, en faisant tout le tour du rameau, et de former ainsi un anneau complet d'écorce morte. Le plus souvent des foyers de production de gomme apparaissent aussi en ces points. En tout cas, les pousses attaquées ne tardent pas à se dessécher et l'arbre demeure tout dégarni de branches coursonnes.

» Les cultivateurs de Montreuil disent avoir remarqué que cette maladie se produit surtout sur les parties basses des pêchers cultivés en espalier à l'exposition du Midi, et ils attribuent le mal à des gouttes de pluie froide qui auraient frappé les jeunes pousses au moment où elles commencent à entrer en végétation.

» Bien que cette sorte de nécrose locale des jeunes rameaux du pêcher soit fréquemment accompagnée de production et d'écoulement de gomme, elle ne doit cependant pas être confondue avec la maladie ordinaire de la gomme qui attaque le tronc et les vieilles branches des arbres à noyau.

» En examinant avec soin les taches nécrosées, je me suis assuré qu'on y peut trouver toujours un petit champignon parasite dont le mycélium traverse en tout sens le tissu mort de l'écorce et dont les fructifications apparaissent au dehors en sortant à travers les stomates, dont l'ostiole est singulièrement dilatée. Sous l'épiderme, vis-à-vis des stomates, se trouvent des pelotes formées de cellules courtes et qui portent à la fois et les fructifications et des filaments stériles, sortes de rejets qui traversent aussi les stomates et s'allongent à la surface de l'épiderme.

» J'ai retrouvé ce même parasite, qui se rapporte au genre Coryneum, sur toutes les taches nécrosées des rameaux de pêcher que j'ai examinées, aussi bien sur les pousses provenant du potager de Versailles que sur celles que j'ai récoltées dans divers jardins de Montreuil; aussi je ne puis hésiter à lui attribuer l'altération des tissus dans lesquels il étend son mycélium.

» Le plus souvent dans ces plaques mortes de l'écorce, surtout dans les couches les plus profondes, les cellules altérées présentent une dégénérescence gommeuse qui se manifeste avec les caractères que j'ai étudiés et décrits il y a déjà longtemps (¹). Est-ce à dire pour cela que l'on doive attribuer d'une façon générale la maladie de la gomme au Coryneum? Je ne le crois pas; l'altération due à l'invasion des tissus par ce parasite a un caractère propre : la dégénérescence gommeuse des tissus altérés me paraît y être un phénomène à part et qui peut à un certain point de vue être considéré comme indépendant. L'altération morbide qui est caractérisée par l'apparition de la gomme se produit bien souvent dans les tissus où très certainement le Coryneum ne s'est pas développé : par exemple, à la suite des lésions de diverse nature, même, comme je l'ai montré pour la maladie circulaire de la jacinthe, quand elles sont dues à des parasites animaux, ou encore dans les parties souterraines des souches de vigne atteintes du mal que l'on désigne du nom de *pourridié*.

» Dans les plaques nécrosées de l'écorce des jeunes pousses de pêcher, on peut observer çà et là, au milieu des lacunes qui se sont produites dans le parenchyme desséché, des nuées de bactéries. Dans les points où les tissus profonds de l'écorce présentent la dégénérescence gommeuse, on aperçoit des myriades de corpuscules d'une excessive ténuité. J'ai observé des faits semblables, non pas seulement dans les rameaux gommeux du pêcher, mais dans les souches malades de vigne et dans beaucoup d'autres végétaux où l'on voit apparaître la gomme.

» Doit-on admettre que la dégénérescence gommeuse des tissus soit produite par ces petits parasites végétaux qui, par leur ténuité excessive, échappent presque à l'observation et que, pour les végétaux aussi bien que pour les animaux, les bactéries soient la cause d'altérations profondes dont la nature véritable est demeurée jusqu'ici inconnue ? C'est là un sujet d'une importance capitale pour la Pathologie végétale : je me propose de le traiter d'une façon spéciale dans une prochaine Communication.

» Quant aux moyens de combattre le mal causé par le Coryneum, on

(¹) *Comptes rendus*, t. LXXXIII, janvier 1874.

doit tenir compte de l'observation des jardiniers qui, sans soupçonner la présence d'un parasite dans les places nécrosées, ont pensé qu'elles étaient produites uniquement par des actions météorologiques. Maintes fois on attribue ainsi dans les cultures à des pluies d'orage, à des brouillards, des maladies dont la cause immédiate est certainement le développement d'un parasite, et ce n'est pas sans raison, du reste, puisque c'est seulement là où les conditions de climat favorisent la multiplication du parasite que la maladie se propage d'une façon redoutable.

S'il est bien reconnu que l'abri établi au sommet du mur où est palissé le pêcher en protège les parties supérieures, on pourrait, là où le mal est particulièrement à redouter, placer un second abri à mi-hauteur de l'espalier. Mais il y aura surtout à faire, dès l'an prochain s'il est possible, des expériences pour s'assurer si l'emploi de divers remèdes, de solutions de sels de cuivre par exemple ou de l'acide sulfurique dilué dont on a fait usage avec grand succès pour combattre l'anthracnose dans les vignes ne permettra pas de détruire le Coryneum dans les taches nécrosées, dès leur première apparition au printemps. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ASTRONOMIE. — *Sur la comparaison des résultats de l'observation astronomique avec ceux de la Photographie.* Note de M. **Flammarion**.

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

« Dans la séance du 1er mars dernier, M. Wolf a appelé l'attention de l'Académie sur les divergences qui existent entre sa Carte des Pléiades et la photographie faite par MM. Henry. Le savant astronome ayant mis en doute les conclusions auxquelles m'a conduit l'examen de ces divergences, je demande à l'Académie la permission de placer sous ses yeux la comparaison dont il s'agit. Il m'a paru convenable d'attendre, pour donner cette réponse, que la photographie des Pléiades eût été présentée à l'Académie par ses propres auteurs.

» Les divergences qui existent entre la Carte de M. Wolf et la photographie peuvent être partagées en deux sections : les différences d'éclat et les différences de positions. La présentation de la photographie qui vient d'être faite à l'Académie par MM. Henry explique les premières : elle montre que les différences d'éclat ne sont pas dues à la valeur photogé-

nique des étoiles, mais à des erreurs d'estimation de l'observateur de 1874; que les dix étoiles qui sont marquées sur la Carte de M. Wolf et qui n'existent pas sur la photographie n'existent réellement pas au ciel; que l'étoile -3^m54^s et $-29'$, signalée par M. Wolf comme étant de 10e grandeur, est inférieure à 12,0; que la nébuleuse de Mérope n'offre pas l'aspect sous lequel l'a dessinée la Carte de 1874; en un mot, la présentation de cette photographie dissipe les ombres que les critiques de l'éminent observateur paraissaient jeter sur la méthode nouvelle d'enregistrement astronomique quant à l'éclat des étoiles. Des conclusions analogues m'ont d'ailleurs été transmises par les astronomes qui se sont récemment livrés à l'observation des Pléiades, notamment par M. Gaudibert, pour ce qui concerne l'étoile -3^m54^s.

» Il ne me reste donc qu'à rendre compte des divergences de positions, et c'était là d'ailleurs le résultat capital du travail publié dans la *Revue mensuelle d'Astronomie populaire*, sur lequel M. Wolf a bien voulu appeler la haute attention de l'Académie. J'avais entrepris cette étude dans le but de chercher si, depuis 1874, quelques mouvements propres pouvaient s'être décelés. Voici les principales de ces divergences :

Numéros du Catalogue de 1884.	Grandeur.	Positions.		Sens du déplacement.
		m s	'	
21..........	14	−3.29	− 7,7	Vers le N.-N.-E.
31..........	13	−3.22	− 2,45	Vers le N.-N.-E.
75..........	11	−2.21	−49,4	Vers le N.
85..........	14	−2.10	− 2,2	Vers le N.-N.-E.
118..........	12	−1.37	+31,7	Vers le N.-N.-O.
153..........	12	−1.1	+32,5	Vers le N.
178..........	14	−0.39	+17,1	Vers le N.
199..........	12	−0.14	− 5,3	Vers le N.-N.-E.
200..........	14	−0.13	+24,1	Vers le N.
232..........	12	+0.5	+25,4	Vers le S.
236..........	12	+0.10	−34,9	Vers le N.
242..........	13	+0.13	−34,3	Vers le N.
254..........	11,5	+0.27	−39,5	Vers l'E.
263..........	12	+0.30	+40,4	Vers le N.-N.-E.
283..........	11,5	+0.48	+27,2	Vers l'E.
284..........	10,5	+0.48	−45,0	Vers le S.
297..........	12	+0.57	−46,8	Vers le S.
301..........	12	+1.2	−10,3	Vers le S.
316..........	11	+1.11	−35,0	(Carte et Catal. non concordants.)
320..........	13	+1.13	−13,3	Vers le N.
344..........	12	+1.36	+ 5,4	Vers l'E.
364..........	12	+1.46	−19,3	Vers le S.

Numéros du Catalogue de 1884.	Grandeur.	Positions.		Sens du déplacement.
		m s	′	
381..........	11,5	+2.1	+18,4	Vers l'O.
390..........	12	+2.6	+ 4,2	Vers le N.
395..........	12	+2.7	−18,3	Vers le N.-N.-E.
396..........	12	+2.7	+37,9	Vers l'E.
413..........	11	+2.24	+23,5	Vers l'O. (quatre obs.).
414..........	12	+2.24	−29,4	Vers le N.-E.
419..........	12	+2.28	−15,7	Vers le N.-E.
435..........	13	+2.44	+12,8	Vers l'E.
478..........	12	+3.26	−46,3	Vers le S.

» Quelques-unes de ces divergences sont particulièrement remarquables. L'étoile 413, par exemple, indiquée par le savant auteur comme ayant été observée quatre fois, n'est pas (comme elle est placée sur le Catalogue et sur la Carte) à $8^s,6$ de sa voisine, mais à $6^s,6$ environ : la différence est de deux secondes de temps, quand la précision est portée au dixième de seconde sur le Catalogue. Un mouvement propre d'environ 30″ d'arc pour douze ans serait bien considérable. Ce beau travail de M. Wolf représentant l'œuvre de plusieurs années et, en somme, l'œuvre capitale de sa vie entière, je n'avais émis qu'à regret l'hypothèse d'erreurs possibles. La Carte de M. Wolf contient 625 étoiles et la photographie 1421; mais il n'y a rien de surprenant toutefois à ce que des erreurs se glissent dans toute œuvre humaine, et il serait inadmissible au contraire que la Photographie n'eût pas enregistré les étoiles rigoureusement à leur place.

» La Carte des Pléiades renferme plusieurs couples plus ou moins écartés, dont la direction est tout autre sur la photographie. Exemples :

Numéros.	Grandeurs.	Positions.	Angle 1874.	Angle 1886.
		m s ′	°	°
256-263..........	9,5 et 12	+0.28 et +40	143 ±	116 ±
239-241..........	11 et 11	+0.11 et − 2,4	165 ±	177 ±
94- 93..........	10 et 10,5	−2. 1 et +38	185 ±	210 ±
219-218..........	8,5 et 11	−0. 4 et −33	350 ±	308 ±
228-231..........	12 et 14	+0. 4 et + 9	4 ±	35 ±

» Je n'insisterai pas. Tout en reconnaissant dans le mémorable travail de M. Wolf une haute valeur astronomique, il semble bien difficile d'échapper à la conclusion qui résulte des divergences sur lesquelles il a appelé l'attention de l'Académie, savoir qu'en fait l'observateur le plus habile, le calculateur le plus soigneux pouvant commettre certaines er-

reurs, la meilleure Carte d'étoiles résultant d'observations et de réductions constitue un document moins sûr qu'une photographie directe. Il me paraît donc imprudent de se refuser à reconnaître les avantages de la nouvelle méthode, et nous pouvons penser que de pareils documents, enregistrant désormais avec certitude les étoiles à leurs positions précises, serviront aux générations futures de bases authentiques pour juger de la transformation séculaire des perspectives célestes. En fait, si la Carte de 1874 avait été construite d'après une photographie, les différences de positions qui existent entre les étoiles de cette Carte et celles de la photographie de 1886 nous conduiraient à conclure avec certitude à des mouvements propres, ce qui serait d'une importance capitale, tandis que dans l'état actuel des choses il est impossible de rien décider.

» En résumé donc, quant à l'*éclat*, à part les étoiles rouges, la différence entre la photographie d'une région du ciel et l'observation visuelle de cette même région n'est pas telle que M. Wolf le suppose : il y a moins de différence entre deux photographies de la même région qu'entre deux Cartes faites par deux observateurs (nos appréciations d'éclat étant loin d'être absolues), et quant aux *positions*, l'enregistrement photographique est, par son impersonnalité même, d'une incomparable supériorité de précision. »

M. **L. Capazza** soumet au jugement de l'Académie un projet d'expérience, relatif à un moyen de faire varier la force ascensionnelle d'un aérostat.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

M. **J. Chamard** adresse une Note portant pour titre « Paradoxe hydrodynamique ».

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

CORRESPONDANCE.

MM. **Ed. Bornet**, **Max. Cornu**, **J. de Seynes** prient l'Académie de vouloir bien les comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante, dans la Section de Botanique, par le décès de M. *Tulasne*.

(Renvoi à la Section de Botanique.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un ouvrage de M. *V. Meunier* intitulé : « Avenir des espèces. Les animaux perfectibles. » (Présenté par M. Gaudry.)

2° Un ouvrage de M. *Noguès* portant pour titre : « Gisements aurifères de l'Andalousie. » (Présenté par M. Hébert.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la réduction des intégrales abéliennes.* Note de M. **H. Poincaré.**

« Le problème de la réduction des intégrales abéliennes de genre ρ à un genre inférieur μ a été, dans ces derniers temps, l'objet de nombreux travaux, parmi lesquels nous citerons un grand nombre de Notes de M. Picard, insérées dans divers Volumes des *Comptes rendus* et réunies ensuite dans le tome XI du *Bulletin de la Société mathématique de France*. J'ai moi-même donné, dans le même *Bulletin*, une généralisation d'un théorème de M. Weierstrass, relatif au cas de $\mu = 1$. M. Picard ayant montré que la simplification peut être poussée plus loin encore dans le cas de $\rho = 2$, $\mu = 1$, j'ai voulu voir s'il n'en était pas de même dans le cas général. Il en est effectivement ainsi.

» Faisons $\mu = 3$, $\rho = 6$, pour fixer les idées; on peut amener le Tableau des périodes à la forme suivante :

$$\begin{array}{cccccccccccc}
1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & A & B'' & B' & 0 & 0 & \frac{1}{a}, \\
0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & B'' & A' & B & 0 & \frac{1}{ab} & 0, \\
0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & B' & B & A'' & \frac{1}{abc} & 0 & 0, \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{1}{abc} & G & H'' & H', \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & \frac{1}{ab} & 0 & H'' & G' & H, \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & \frac{1}{a} & 0 & 0 & H' & H & G''.
\end{array}$$

$a, b, \ldots$ sont des nombres entiers.

» Il y a des cas particuliers où la simplification peut encore être poussée plus loin.

» Faisons, par exemple, $\mu = 2$, $\rho = 5$; on aura, en général,

$$\begin{matrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & A & B & 0 & \frac{1}{a} & 0, \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & B & C & \frac{1}{ab} & 0 & 0, \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & \frac{1}{ab} & G & H'' & H', \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & \frac{1}{a} & 0 & H'' & G' & H, \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & H' & H & G''. \end{matrix}$$

Mais, si $a = 1$, on pourra ramener le Tableau des périodes à la forme suivante :

$$\begin{matrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & A & B & 0 & 0 & 0, \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & B & C & \frac{1}{b} & 0 & 0, \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & \frac{1}{b} & G & H'' & H', \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & H'' & G' & H, \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & H' & H & G''. \end{matrix} \text{ »}$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Théorème sur les formes binaires.* Note de M. **M. d'Ocagne**, présentée par M. Halphen.

« Théorème. — *Si, dans l'expression de la $p^{ième}$ dérivée du logarithme d'une fonction quelconque a d'une variable indépendante, on remplace les accents de dérivation par des indices correspondants, de façon que a, a', a'', a''', ... soient remplacés par a_0, a_1, a_2, a_3, ..., l'expression ainsi formée pour toutes les valeurs de p, depuis 2 jusqu'à n, est un sous-invariant de la forme binaire*

$$a_0 x^n + \frac{n}{1} a_1 x^{n-1} y + \frac{n(n-1)}{1.2} a_2 x^{n-2} y + \ldots + a_n y^n.$$

» Il va sans dire que l'on rendra cette expression entière en la multipliant par a_0^p. Ainsi, les dérivées seconde, troisième et quatrième donnent

les sous-invariants

$$a_0 a_2 - a_1^2,$$
$$a_0^2 a_3 - 3a_0 a_1 a_2 + 2a_1^3,$$
$$a_0^3 a_4 - 4a_0^2 a_1 a_3 + 12a_0 a_1^2 a_2 - 3a_0^2 a_2^2 - 6a_1^4.$$

» La démonstration de ce théorème est des plus faciles. Nous nous contenterons ici d'en indiquer la marche. Représentant par φ_p le sous-invariant, rendu entier, fourni par la dérivée $p^{\text{ième}}$, il suffit de faire voir que φ_p satisfait à l'équation aux dérivées partielles

$$a_0 \frac{d\varphi_p}{da_1} + 2a_1 \frac{d\varphi_p}{da_2} + \ldots + pa_{p-1} \frac{d\varphi_p}{da_p} = 0.$$

» Or, dans le cas de $p = 2$, on voit immédiatement que cette condition est satisfaite par $\varphi_2 = a_0 a_2 - a_1^2$. Tout se réduit donc à démontrer que, si la propriété a lieu pour l'indice p, elle a lieu aussi pour l'indice $p + 1$; et l'on y arrive aisément en remarquant que, si l'on traite les coefficients $a_0, a_1, a_2, \ldots$ comme les fonctions $a, a', a'', \ldots$ correspondantes, on a

$$\varphi_{p+1} = a_0 \varphi_p' - pa_1 \varphi_p. »$$

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la thermo-électricité de l'iodure d'argent.* Note de M. **H. Le Chatelier**, présentée par M. Daubrée.

« A la suite de l'étude que nous avons faite, M. Mallard et moi, du dimorphisme de l'iodure d'argent [1], je m'étais proposé d'étudier la modification correspondante des propriétés thermo-électriques de ce corps. De l'iodure d'argent fondu avait été coulé en lame mince entre deux creusets d'argent contenant l'un de la paraffine et l'autre de l'eau dont on pouvait faire varier à volonté la température. Chacun des creusets était relié à une borne d'un galvanomètre de MM. Deprez et d'Arsonval; je reconnus tout de suite que la résistance considérable de l'iodure d'argent rendait impossible avec ce dispositif la mesure des forces électromotrices. Ces premières expériences me montrèrent seulement que l'iodure d'argent cubique possède une conductibilité beaucoup plus considérable que la variété hexagonale. J'interrompis alors ces recherches, faute d'un appareil de mesure

---

[1] *Comptes rendus*, t. XCVII, p. 102; 1883.

convenable, tout en me proposant de les reprendre plus tard avec un électromètre capillaire de M. Lippmann. Je n'ai pas encore eu l'occasion de le faire; ce n'est donc pas une réclamation de priorité que je formule à l'occasion des intéressantes expériences publiées par M. Chaperon sur ce sujet dans les *Comptes rendus* de la semaine dernière. Le seul objet de cette Note est de signaler une particularité que j'avais observée dans ces recherches préliminaires et dont je poursuis l'étude en ce moment.

» Si l'on vient à implanter dans un fragment d'iodure d'argent deux fils d'argent préalablement portés au rouge, de façon à les y souder, et si l'on échauffe progressivement ce système, on observe, par suite de l'échauffement inégal des deux points de contact des fils toujours placés plus ou moins dissymétriquement, la production d'un courant de sens parfaitement déterminé dont l'intensité croît avec la rapidité d'échauffement. Au-dessous du point de transformation la déviation du galvanomètre ne dépasse pas quelques millimètres; au-dessus de ce point, elle est de plusieurs centimètres, cette augmentation de l'intensité du courant étant due à la différence de conductibilité des deux variétés de l'iodure d'argent. Au point même de transformation il se produit des courants d'une intensité considérable, mais rapidement variables, qui s'accusent par des oscillations de plusieurs décimètres d'amplitude. Ces manifestations électriques dues à des causes complexes : actions thermo-électriques, et peut-être chimiques, variations de résistance, accroissement de l'écart des températures résultant de l'absorption de chaleur latente, se prêtent admirablement, par suite de leur intensité, à l'étude des transformations allotropiques, fusions et autres phénomènes réversibles analogues dont l'observation aux températures élevées est toujours difficile, quand elle n'est pas impossible par les autres méthodes.

» Ce procédé, appliqué à la détermination de la température de transformation de l'iodure d'argent, m'a donné un nombre ne différant que de 1° de celui que nous avions obtenu, M. Mallard et moi, par la méthode optique et la méthode calorimétrique. J'ai obtenu des résultats également satisfaisants dans la détermination des points de fusion des métaux. »

CHIMIE. — *Sur les vanadates d'ammoniaque*. Note de M. A. DITTE, présentée par M. Debray.

« J'examinerai brièvement, dans cette Note, les combinaisons formées par l'ammoniaque avec l'acide vanadique.

» I. *Vanadate neutre :* VO^5, AzH^4O. — Il se produit toujours quand on met de l'acide vanadique en contact avec un excès d'ammoniaque, et est caractérisé par son insolubilité dans les dissolutions saturées de chlorhydrate d'ammoniaque. L'eau froide n'en dissout que 10^{gr} par litre; l'eau bouillante en retient 63^{gr}, mais le sel renfermé dans la solution chaude est décomposé en partie. Quand on laisse tomber du vanadate neutre dans de l'eau bouillante, la dissolution qui se produit est jaune et sa teinte se fonce jusqu'à devenir rouge orangé, à mesure qu'on prolonge l'ébullition; la dissolution se trouble au bout de quelques heures et l'on voit apparaître de belles paillettes jaunes et brillantes de trivanadate dont la quantité va en augmentant peu à peu. Une solution chaude de vanadate d'ammoniaque doit contenir un excès d'ammoniaque pour être incolore; elle dépose alors, en se refroidissant, des cristaux incolores, brillants et très réfringents; ce sont des prismes à six pans, terminés par de longues pyramides très aiguës. Ces cristaux perdent de l'ammoniaque et se colorent en brun quand on les chauffe légèrement; calcinés en vase clos, les produits de décomposition de l'ammoniaque réduisent l'acide vanadique, et il reste un mélange des oxydes VO^3 et VO^4.

» II. *Sesquivanadate :* $3VO^5, 2AzH^4O$. — Ce composé prend naissance indirectement lorsqu'on fait réagir l'acide vanadique sur de l'oxalate neutre d'ammoniaque. Une dissolution de ce sel, saturée vers 30° et mise en contact avec un excès d'acide vanadique soluble, donne, après filtration, une liqueur rouge orangé qui, évaporée dans le vide, laisse déposer des cristaux de deux espèces différentes : les uns, jaune clair, sont un oxalovanadate qui sera ultérieurement décrit; les autres, rouge-rubis et transparents, sont du sesquivanadate; leur forme dérive d'un prisme clinorhombique portant sur les arêtes basiques des modifications qui terminent le prisme par des pointements.

» Ces cristaux sont très solubles, même dans l'eau froide, et donnent une poussière jaune orangé qui perd de l'eau par une faible élévation de température, en devenant rouge foncé; l'ammoniaque se dégage totalement au-dessous du point de fusion de l'acide vanadique qui forme un résidu pulvérulent. Suivant la température à laquelle ils se sont déposés, les cristaux de sesquivanadate retiennent $4^{éq}$ ou $6^{éq}$ d'eau.

» III. *Bivanadate :* $2VO^5, AzH^4O$. — Quand on ajoute quelques gouttes d'acide acétique à une dissolution bouillante et saturée de vanadate neutre, la liqueur incolore devient rouge-grenat sans se troubler. Évaporée dans le vide à la température ordinaire, elle ne tarde pas à donner des

cristaux. Ceux-ci dérivent, comme les précédents, d'un prisme rhomboïdal oblique; ils sont très volumineux, rouge-grenat à reflets dorés, et présentent souvent l'aspect de tables hexagonales. Ces cristaux donnent une poudre jaune orangé qui perd de l'eau en devenant rouge quand on la chauffe doucement; la chaleur les décompose totalement en laissant un résidu d'acide vanadique; leur composition répond à la formule

$$2VO^5, AzH^4O, 3HO.$$

» Le bivanadate d'ammoniaque est très soluble dans l'eau froide en donnant une solution rouge; celle-ci est peu stable; dès qu'on la fait bouillir, elle se trouble et dépose de belles paillettes jaunes brillantes de trivanadate ammoniacal.

» IV. *Trivanadate jaune :* $3VO^5, AzH^4O$. — Nous avons signalé plus haut sa formation quand on fait bouillir pendant longtemps une solution de vanadate neutre, ou quand on chauffe une solution de bivanadate. Il affecte la forme de petites lames minces, transparentes, jaunes, octogonales; ce sont des rectangles dont les angles sont coupés par des facettes, tantôt très petites, de manière à laisser dominer la forme rectangulaire; tantôt développées de telle sorte que les côtés de l'octogone sont tous sensiblement égaux; ils sont très peu solubles dans l'eau froide, et même dans l'eau bouillante qui en retient par litre $1^{gr},5$ seulement; mis en suspension dans l'eau et bouillis pendant plusieurs heures, ils n'éprouvent aucune décomposition. Quand on les chauffe doucement, leur couleur se fonce peu à peu jusqu'à devenir rouge vermillon, mais leur poids ne change pas et, une fois refroidis, ils reprennent la couleur jaune primitive; ils se décomposent totalement au-dessous du rouge, en laissant un résidu pulvérulent jaune verdâtre d'acide vanadique pur.

» Ce trivanadate est, de tous les vanadates acides, celui qui se forme le plus facilement et qui paraît le plus stable; nous le verrons se former dans un très grand nombre de circonstances, quand on fait agir l'acide vanadique sur les sels ammoniacaux; on l'obtient très rapidement dans l'action de l'acide acétique sur le vanadate neutre d'ammoniaque.

» Si, au lieu d'ajouter à une solution de vanadate neutre une petite quantité d'acide acétique, comme nous l'avons fait pour obtenir le bivanadate d'ammoniaque, on introduit un excès de cet acide, il se forme encore une solution rouge limpide; mais, quand on la chauffe, elle se comporte comme une dissolution de bivanadate et dépose des paillettes jaunes de trivanadate. La liqueur, refroidie et filtrée pour la séparer des cristaux,

est encore rouge ; elle donne lieu à un nouveau dépôt quand on la chauffe jusqu'à ce que la liqueur mère, devenue jaune clair, ne contienne plus que des traces de vanadium. De quelque façon qu'on les obtienne, les paillettes de trivanadate présentent la même composition, mais leur couleur peut être jaune légèrement verdâtre, jaune pur, ou faiblement orangé; elles se dissolvent immédiatement dans l'ammoniaque étendue et chaude en donnant une solution incolore de vanadate neutre.

» V. *Trivanadate rouge :* $3VO^5, AzH^4O, 5HO$. — Lorsqu'on verse quelques gouttes d'acide acétique dans une dissolution froide et saturée de vanadate neutre, il se forme un précipité rouge qui se dissout dans une plus grande quantité d'acide acétique, et l'on obtient une liqueur claire, rouge-grenat foncé. Celle-ci, évaporée dans l'air sec, ne tarde pas à donner un dépôt de très petits cristaux rouge foncé, ternes, qui sont très peu solubles dans l'eau et faciles à laver pour les débarrasser de toute trace d'eau mère; une fois secs, ils sont rouge-grenat. Ils se dissolvent immédiatement dans l'ammoniaque étendue, en régénérant du vanadate neutre; la chaleur leur fait perdre de l'eau d'abord, puis de l'ammoniaque, et finalement il reste de l'acide vanadique pur. Leur composition est exprimée par la formule $3VO^5, AzH^4O, 5HO$, mais la quantité d'eau varie avec les circonstances dans lesquelles les cristaux se sont déposés.

» On le voit, les vanadates d'ammoniaque peuvent se diviser en deux groupes : les uns hydratés, rouge foncé, très solubles dans l'eau; les autres anhydres, peu colorés et peu solubles; les propriétés de ces corps paraissent se rattacher à celles de l'acide vanadique, les sels rouges solubles contenant la variété soluble de cet acide, tandis que les combinaisons peu colorées et peu solubles renfermeraient l'acide polymérisé dont l'eau ne dissout que des traces. Je demanderai ultérieurement à l'Académie la permission de reprendre l'examen de cette question. »

CHIMIE. — *Transformation du protochlorure de chrome en sesquichlorure. — Mécanisme de la dissolution du sesquichlorure de chrome anhydre.* Note de M. **Recoura**, présentée par M. Berthelot.

« Dans une Communication précédente (p. 865 de ce Volume), j'ai étudié la transformation du protochlorure de chrome en sesquichlorure au point de vue thermochimique. Mais les réactions utilisées pour les mesures thermiques étaient des réactions indirectes, dans lesquelles on ne réalisait pas la transformation du protochlorure en sesquichlorure. Il était intéressant de chercher à réaliser cette transformation, pour voir quelle variété

de sesquichlorure on obtiendrait ainsi. J'ai employé pour cela plusieurs procédés :

» Premier procédé. — La réaction réalisée dans le calorimètre consistait à oxyder le protochlorure CrCl au moyen de l'oxygène libre, de façon à former l'oxychlorure Cr^2Cl^2O, qu'on traitait ensuite par $1^{éq}$ d'acide chlorhydrique HCl. Or dans ces conditions, c'est-à-dire dans des liqueurs aussi étendues que celles qui servent dans les mesures thermiques, il ne se forme pas de sesquichlorure; l'oxychlorure et l'acide n'agissent pas sensiblement l'un sur l'autre, et j'ai fait voir que d'une telle dissolution la soude précipitait une variété de sesquioxyde de chrome qui ne peut fixer que $2^{éq}$ d'acide. Mais, si l'on réalise ces réactions dans des liqueurs concentrées ou très riches en acide chlorhydrique, le résultat est tout différent. Si, en effet, on oxyde par l'air (en refroidissant) une dissolution saturée de protochlorure et qu'on y fasse ensuite passer un courant d'acide chlorhydrique gazeux, on précipite ainsi une poudre gris bleu qui n'est autre que le sesquichlorure gris bleu $Cr^2Cl^3, 13HO$ que j'ai décrit (p. 548 de ce Volume), et de la dissolution duquel la soude précipite le sesquioxyde normal, qui peut fixer $3^{éq}$ d'acide.

» Deuxième procédé. — Si l'on intervertit l'ordre des réactions précédentes, on obtient un résultat différent. Au lieu d'oxyder le protochlorure et de le traiter ensuite par l'acide chlorhydrique, on oxyde le mélange préalablement fait de chlorure et d'acide. Si l'on réalise cette réaction en liqueur étendue, le résultat est le même que dans le cas précédent, c'est-à-dire que l'on forme l'oxychlorure Cr^2Cl^2O qui reste séparé de l'acide, comme le montrent les mesures thermiques, et la soude précipite de cette dissolution la variété de sesquioxyde qui ne fixe que $2^{éq}$ d'acide. Mais, si l'on opère en liqueur concentrée, par exemple si l'on fait passer un courant d'air dans un mélange refroidi de protochlorure solide et d'acide chlorhydrique fumant, on obtient une liqueur vert-émeraude dont on précipite ensuite par l'acide chlorhydrique gazeux le sesquichlorure vert $Cr^2Cl^3, 13HO$ isomère du précédent; j'ai montré que la soude précipite aussi de ce chlorure le sesquioxyde normal.

» *Chlorhydrates de sesquichlorure.* — Si l'on fait une dissolution dans l'eau de sesquichlorure de chrome cristallisé et qu'on fasse passer dans cette dissolution un courant d'acide chlorhydrique, on précipite d'abord, comme je l'ai fait voir, une partie du sesquichlorure dissous; si l'on prolonge le courant pendant plusieurs jours, la liqueur verte devient peu à peu brune et finalement brun rouge. Or les deux dissolutions de sesquichlorure, obtenues par les deux réactions précédentes, jouissent de la pro-

priété de se transformer *presque immédiatement* (surtout la seconde) en liqueur brune, sous l'action de l'acide chlorhydrique. Cette liqueur brune, étendue d'eau, devient immédiatement verte. C'est une dissolution de chlorhydrate de sesquichlorure de chrome. Je n'ai pas pu isoler ce chlorhydrate à cause de son extrême solubilité. Néanmoins, en traitant cette dissolution brune par l'éther, on obtient un précipité vert, combinaison très instable de sesquichlorure et d'acide chlorhydrique, qui, pour $1^{éq}$ de sesquichlorure Cr^2Cl^3, peut renfermer plus de $2^{éq}$ d'acide; c'est un produit de décomposition du chlorhydrate brun rouge, produit dont la composition varie avec la quantité d'éther employée pour la précipitation.

» Troisième procédé : *Action du chlore sur le protochlorure de chrome.* — Dans une dissolution étendue de protochlorure de chrome, j'ai fait passer un courant de chlore exempt d'oxygène. Après avoir balayé l'excès de chlore par un courant d'air, on a une dissolution verte, légèrement dichroïque à la lumière artificielle, ce qui est l'indice d'une dissolution de sesquichlorure vert en voie de transformation et de passage au sesquichlorure gris bleu. Ceci est pleinement confirmé par les mesures thermiques. Traitée par une quantité équivalente de soude, cette liqueur dégage + 26,7 pour $3^{éq}$ de soude, et l'oxyde précipité est l'oxyde normal. Dans les mêmes conditions, le chlorure vert traité par la soude dégage + 31,5 et le chlorure gris bleu + 22,2, et l'oxyde précipité est toujours l'oxyde normal.

» La solution obtenue par l'action du chlore sur le protochlorure dissous est donc équivalente à une dissolution de sesquichlorure vert en voie de transformation, et le nombre 26,7, qui caractérise cette dissolution, paraît ne varier que fort peu avec sa concentration.

» Si l'on opère en liqueur très concentrée, par exemple si l'on fait agir le chlore sur le protochlorure solide, en présence d'une quantité d'eau insuffisante pour le dissoudre, on obtient une liqueur verte, comme la précédente, légèrement dichroïque et dont on peut précipiter, par un courant d'acide chlorhydrique, le sesquichlorure vert cristallisé Cr^2Cl^3, 13HO.

» J'ajouterai que, comme les liqueurs précédentes, celle-ci est presque immédiatement transformée par l'acide chlorhydrique en dissolution brun-marron de chlorhydrate de sesquichlorure.

» Or tous ces caractères sont exactement ceux que j'ai rencontrés dans la dissolution du sesquichlorure de chrome anhydre (dissolution effectuée, comme on sait, par l'addition d'une trace de protochlorure). C'est en effet une dissolution verte, légèrement dichroïque, équivalente à une dissolution de sesquichlorure vert en voie de transformation, caractérisé par le même nombre (il a varié de 26,2 à 26,7 entre des limites de concentration

extrêmes). De la dissolution saturée, l'acide chlorhydrique précipite du chlorure vert; enfin la dissolution sous l'influence de l'acide chlorhydrique se transforme presque immédiatement en dissolution brun-marron.

» *Ainsi, on le voit, les deux dissolutions protochlorure de chrome chloré et dissolution de sesquichlorure anhydre sont identiques.*

» Ceci permet, je crois, d'expliquer le mécanisme de la dissolution du sesquichlorure de chrome anhydre. Le sesquichlorure anhydre, insoluble dans l'eau pure, s'y dissout immédiatement et en quantité considérable par l'addition d'une *trace* de protochlorure de chrome, comme l'a montré M. Peligot. On peut remplacer le protochlorure de chrome par un chlorure réducteur quelconque (Pelouze), ou même simplement un réducteur énergique, comme tous les protosels de chrome (Moissan), employés en très petite quantité. En présence de ces faits, on est conduit à une hypothèse très simple pour expliquer ce phénomène à peu près unique.

» Le protochlorure de chrome agit sur le sesquichlorure par son affinité considérable pour le chlore; il lui en enlève le tiers pour se transformer lui-même en sesquichlorure dissous (corps bien différent du chlorure anhydre), en produisant une quantité de protochlorure précisément égale à celle employée pour engager l'action dissolvante; le protochlorure ainsi formé agit sur une nouvelle quantité de sesquichlorure et de proche en proche la réaction s'étend à la masse entière de ce dernier sel. Quant aux autres réducteurs, il est fort probable qu'ils commencent par enlever du chlore au sesquichlorure de chrome, et produisent ainsi une quantité équivalente de protochlorure de chrome; on se trouve ramené au cas précédent.

» Cette explication est de Lœwel; comme elle n'était appuyée par aucune preuve expérimentale, elle resta à l'état d'hypothèse. Mais maintenant que les mesures thermiques ont montré que la dissolution du sesquichlorure est identique à une dissolution de protochlorure chloré, il faut bien admettre que le sesquichlorure, avant de se dissoudre, a passé par l'état de protochlorure. L'hypothèse de Lœwel est pleinement confirmée. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une fermentation acide du glucose.* Note de M. **Boutroux**, présentée par M. Pasteur.

« Le ferment est un Micrococcus qui ressemble beaucoup à celui que j'ai nommé *M. oblongus* [1]. Je l'ai trouvé plusieurs fois sur des fleurs ou des fruits.

---

[1] *Annales de l'École Normale supérieure,* 2e série, t. X; p. 67.

» Si on le sème dans un liquide composé d'eau de levure et de glucose en présence d'un excès de craie et maintenu à 35°, on voit apparaître, au bout d'un temps très variable selon la forme des vases, un cercle de petits cristaux le long des parois au niveau du liquide, et bientôt la surface libre se recouvre totalement d'une épaisse croûte cristalline.

» Si l'on remplace le glucose par du saccharose, on n'observe la production d'aucun acide.

» J'ai soumis à l'action du même ferment l'acide que produit, par oxydation du glucose, le *M. oblongus* (je donne à cet acide, isomère sinon identique avec l'acide gluconique, le nom d'acide *zymogluconique*). Du zymogluconate de chaux, additionné d'eau de levure et ensemencé avec le nouveau ferment, a été intégralement transformé en sel de chaux cristallisé, identique avec celui que donne le glucose.

» Pour obtenir l'acide libre, on a transformé le sel de chaux en sel de cadmium, sel soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool étendu. Le sel de chaux, dissous dans l'acide chlorhydrique, est traité par une solution de sulfate de cadmium. On ajoute de l'alcool, on filtre et l'on neutralise exactement par l'ammoniaque. Le sel de cadmium cristallise. On le lave à l'eau alcoolisée, puis à l'eau pure. On achève de le purifier en le dissolvant rapidement dans l'eau chaude et le faisant cristalliser par refroidissement. Le sel de cadmium est ensuite décomposé par l'hydrogène sulfuré. La solution d'acide libre est évaporée à froid dans le vide sec. L'acide obtenu est sirupeux, presque incolore, très soluble dans l'eau et dans l'alcool, peu soluble dans l'éther, d'une réaction franchement acide au tournesol. Il est extrêmement altérable. La moindre élévation de température, le moindre excès d'alcali le colorent en brun. L'ammoniaque en particulier le fait noircir très rapidement.

» Il forme des sels cristallisés avec la chaux, la strontiane, le cadmium. Les sels de potasse, de soude, d'ammoniaque, de thallium, n'ont été obtenus qu'à l'état sirupeux. Ses sels solubles donnent avec l'acétate de plomb neutre ou basique et avec le nitrate de bismuth des précipités blancs amorphes solubles dans l'acide acétique. Le précipité produit par l'acétate neutre de plomb est soluble dans un excès de réactif. Ils donnent, en solution suffisamment concentrée, des précipités cristallins, lents à se former, avec les sels de chaux et de strontiane. Ils ne précipitent pas les sels de baryte, de magnésie, de cérium, de zinc, de fer, de cuivre.

» Ils décolorent le permanganate de potasse en solution alcaline, en donnant un précipité couleur rouille. Ils réduisent le nitrate d'argent len-

tement à froid, instantanément à l'ébullition. Avec le nitrate d'argent ammoniacal, on obtient ainsi un beau miroir. A la température d'ébullition, ils réduisent la liqueur de Fehling, font noircir le sous-nitrate de bismuth en présence de la soude, et donnent un précipité noir avec le nitrate mercureux. Avec le chlorure mercurique, ils ne donnent rien à froid, mais à l'ébullition ils produisent un précipité blanc qui peu à peu devient gris.

» DESCRIPTION PARTICULIÈRE DE QUELQUES SELS : *Sel de chaux*. — Cristaux microscopiques. Quand ils commencent à se former, ce sont des prismes à base rhombe, ayant à peu près l'aspect de rhomboèdres; en se développant, ils se chargent de modifications qui paraissent présenter la symétrie du prisme clinorhombique.

» Ce sel est très peu soluble dans l'eau froide : 100^{cc} de solution saturée vers 15° contiennent $0^{gr},079$ de sel. A la température de l'ébullition la solubilité est beaucoup plus grande. La solution faite à chaud cristallise lentement par refroidissement. Elle reste sursaturée pendant plus de dix jours.

» La solution de sel de chaux dans l'acide chlorhydrique est nettement lévogyre.

» Chauffé à l'air sur une lame de platine, ce sel se boursoufle un peu et brûle avec une légère odeur de caramel.

» *Sel de strontiane.* — Cristaux microscopiques très enchevêtrés, paraissant dérivés d'un prisme à base rhombe. Vers 15°, 100^{cc} de solution saturée contiennent $0^{gr},35$ de sel. La solubilité est beaucoup plus grande à 100°. Sursaturation très prononcée.

» *Sel de cadmium.* — Cristaux très brillants. Au microscope une solution concentrée chaude abandonne par refroidissement de petits prismes qui ressemblent à des rhomboèdres. Ensuite apparaissent quelques facettes qui semblent indiquer la symétrie du prisme clinorhombique. Vers 15°, 100^{cc} de la solution saturée contiennent $1^{gr},51$ de sel. A chaud la solubilité est très grande. Si l'on chauffe de l'eau à feu nu à l'ébullition et qu'on y introduise du sel de cadmium par portions successives, il s'en dissout indéfiniment de nouvelles quantités, mais la solution, d'abord incolore, brunit de plus en plus : le sel est manifestement décomposé. Sursaturation très prononcée.

» Le dosage du cadmium et du calcium dans les sels de ces deux métaux conduit à la formule $C^{12}H^{12}O^{16}$

	Trouvé.	Calculé pour $C^{12}H^{11}CdO^{16}$, pour 100.
Cadmium..................	20,998	20,974

	Trouvé.	Calculé pour $C^{12}H^{11}CaO^{16}$, HO, pour 100.
Chaux	11,62	11,67

» M. Maumené a signalé l'existence d'un acide de cette formule, obtenu par l'action du permanganate de potasse sur le sucre de canne; il l'a appelé acide *hexépique* (*Comptes rendus,* LXXV, 85). Ses résultats ont été contestés par M. C. Heyer ([1]). D'ailleurs la comparaison entre l'acide que j'ai obtenu et l'acide hexépique est difficile, parce qu'à ma connaissance M. Maumené n'a décrit que les propriétés d'un mélange de cet acide avec un second. Cependant, d'après ce savant, les hexépates solubles donnent, avec l'acétate de plomb neutre, un précipité blanc *cristallin;* les sels de mon acide donnent avec le même réactif un précipité *floconneux*. Il ne semble donc pas que ces deux acides soient identiques, et je crois pouvoir donner un nom nouveau à celui qui fait l'objet de cette Note. Le nom d'acide *oxygluconique* serait justifié par sa composition et par sa formation au moyen de l'acide zymogluconique. »

BOTANIQUE. — *Premier aperçu de la végétation du Tonkin méridional.* Note de MM. **Ed. Bureau** et **A. Franchet**.

« Le Muséum avait reçu depuis fort peu de temps l'herbier envoyé du Tonkin par M. Balansa, lorsqu'une autre collection botanique, non moins précieuse, formée dans ce pays, nous parvint d'une manière inattendue. M. Balansa a herborisé dans les plaines et sur les collines de la partie nord-est du Delta; le nouvel herbier nous fait connaître les montagnes peu élevées bordant le Delta au sud-ouest, ainsi que les plaines adjacentes. Il a été recueilli par un missionnaire catholique, M. l'abbé Bon, et offert au Muséum d'Histoire naturelle par son ami M. l'abbé Hy, membre de la Société botanique de France. M. Bon est depuis plusieurs années professeur dans un collège établi dans une localité nommée Phuc-Nhac, que nous ne trouvons pas sur les Cartes, mais qui est évidemment peu éloignée de Ké-So, chef-lieu du vicariat apostolique du Tonkin occidental. L'herbier renferme, en effet, beaucoup de plantes des environs mêmes de Ké-So et des collines de Dong-Bau, situées à 15^{km} au sud-ouest de cette résidence.

([1]) *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft,* XV, 2244.

La région qu'il comprend s'étend en partie dans la province de Nam-Dinh et en partie dans celle de Ninh-Binh.

» Notre premier soin a été de classer cet herbier du sud-ouest du Tonkin dans l'ordre des familles naturelles, comme nous l'avions fait pour celui du nord-est, afin de nous rendre compte du nombre des espèces appartenant à chaque famille et d'établir une comparaison.

» Voici les résultats de ce travail :

Familles.	Nombre d'espèces.	Familles.	Nombre d'espèces.	Familles.	Nombre d'espèces.
Légumineuses....	62	*Lonicérées.......	6	Bignoniacées.....	2
Cypéracées.......	54	Utriculariées.....	6	Loganiacées......	2
Composées.......	46	*Rutacées.........	6	Lobéliacées......	2
Rubiacées........	40	Liliacées.........	6	Anonacées.......	2
Euphorbiacées...	40	*Pandanées.......	6	*Magnoliacées......	2
Fougères........	37	Lycopodiacées....	6	*Nymphéacées.....	2
Graminées.......	34	Ménispermées....	5	*Crucifères.......	2
Urticées.........	28	Malvacées........	5	Oxalidées........	2
Artocarpées......	25	Rhamnées.......	5	Sapindacées......	2
Ampélidées......	22	Morées..........	5	Pittosporées......	2
Convolvulacées...	19	Sapotacées.......	4	*Samydées........	2
Labiées..........	18	Oléacées.........	4	*Combrétacées....	2
Scrophulariées....	16	Jasminées........	4	Connaracées......	2
Verbénacées......	14	Solanées.........	4	Ombellifères.....	2
Apocynées.......	14	*Renonculacées....	4	*Cannabinées.....	2
Myrsinées........	13	*Caryophyllées....	4	Amarantacées.....	2
Acanthacées......	13	Lythrariées......	4	*Salicinées........	2
Laurinées........	13	Palmiers.........	4	Pipéracées.......	2
Orchidées........	12	Naïadées.........	4	*Taccacées........	2
*Rosacées.........	11	Ériocaulonées....	4	Cycadées........	2
Asclépiadées.....	10	Ébénacées.......	3	*Stylidiées........	1
Smilacées........	10	Capparidées......	3	*Plombaginées....	1
Tiliacées.........	9	*Violariées........	3	*Plantaginées.....	1
Aurantiacées.....	9	Sterculiacées.....	3	*Fumariacées.....	1
Araliacées.......	9	Hypéricinées.....	3	Balsaminées......	1
Celtidées........	9	Anacardiacées....	3	Œnothérées.....	1
Polygonées......	9	Célastrinées......	3	Mélastomacées...	1
Borraginées......	8	*Commélynées....	3	Rhizophorées.....	1
Myrtacées........	8	Characées........	3	Haloragées.......	1
Dioscoréacées....	8	*Ilicinées.........	2	Simaroubées.....	1
Cucurbitacées....	7	Éricinées........	2	*Linacées.........	1
*Zingibéracées....	7	*Primulacées......	2	*Malpighiacées....	1
Hydrocharidées...	7	Cyrtandracées....	2	*Buttnériacées.....	1
Aroïdées.........	7	*Gesnériacées.....	2	Clusiacées.......	1

Familles.	Nombre d'espèces.	Familles.	Nombre d'espèces.	Familles.	Nombre d'espèces.
Ternstrœmiacées..	1	*Élæagnées........	1	Flagellariées.....	1
Portulacées......	1	Thymélées........	1	Xyridées.........	1
Polygalées.......	1	Loranthacées.....	1	Pontédériacées...	1
*Olacinées........	1	*Basellacées.......	1	Hypoxidées.......	1
*Phytocrénées.....	1	*Quercinées........	1	Alismacées.......	1
Bixacées.........	1	*Saururées........	1	*Lemnacées.......	1
*Saxifragées.......	1	Amaryllidées.....	1	*Salviniées........	1
*Bégoniacées......	1				

» En tout, 857 espèces réparties en 124 familles.

» 9 familles, dont la présence a été constatée dans le nord du Tonkin, n'ont pas encore été trouvées dans le sud. Ce sont : Buxacées avec 4 espèces, Dilléniacées, Goodenoviées, Pongatiées, Philydrées, Ægicérées, Burmanniacées, Santalacées et Chénopodées, avec 1 espèce chacune.

» En revanche, la collection formée dans le sud par M. Bon renferme 37 familles qui ne sont pas représentées dans l'herbier recueilli dans la région nord par M. Balansa. Nous les avons marquées du signe * dans la liste précédente. Quelques-unes : Rosacées, Renonculacées, Violariées, Crucifères, Plantaginées, etc., rappellent la flore européenne; mais la plupart de ces familles, jusqu'ici spéciales à la région méridionale du Tonkin, sont nettement tropicales : Gesnériacées, Buttnériacées, Malpighiacées, Combrétacées, Olacinées, Phytocrénées, Bégoniacées, Taccacées, Commélynées, Zingibéracées, Pandanées, etc.

» Si l'on compare la liste ci-dessus à celle que l'un de nous a donnée pour la région explorée par M. Balansa, on voit que les familles, étant rangées aussi d'après le nombre des espèces qu'elles renferment, ne se succèdent plus dans le même ordre. Les Graminées, loin de dominer et de rappeler ainsi le rôle prépondérant qu'elles jouent dans la flore de la Chine méridionale, n'arrivent plus, dans le sud-ouest du Tonkin, qu'au septième rang. Ici, la famille prédominante est celle des Légumineuses : elle figure dans la flore du Tonkin méridional dans la proportion de 7,2 pour 100. La signification de cette importance numérique des espèces se trouve encore confirmée par ce fait qu'une partie notable de ces espèces appartient aux tribus des Mimosées et des Cæsalpiniées, tribus propres aux régions chaudes.

» Les Cypéracées arrivent au second rang, comme au Japon; mais c'est une famille qui peut prendre un développement relatif sous les latitudes les plus variées. Son importance dans une flore est en rapport plutôt avec un certain degré d'humidité du sol qu'avec tel ou tel climat.

» Les Composées, qui n'étaient qu'au huitième rang dans le nord du Tonkin, tendent à reprendre leur place habituelle.

» Les Artocarpées comptent 25 espèces, appartenant au genre *Ficus*.

» Les Urticées, les Ampélidées, les Apocynées, les Acanthacées, les Laurinées prennent une bien plus grande importance proportionnelle que dans le Nord.

» Les Orchidées n'offraient, dans la collection formée au nord du Tonkin, qu'une seule espèce, et c'était une espèce terrestre. Dans l'herbier recueilli au sud, il y a 12 espèces, et un certain nombre d'entre elles ont tout à fait l'aspect des Orchidées épiphytes. Cependant, d'après le collecteur, elles croissent sur les parois des rochers.

» En somme, bien qu'il y ait à peine un demi-degré de latitude entre les deux points du Tonkin dont nous connaissons actuellement la végétation, l'herbier formé dans la région Sud, aux environs de Ké-So, indique un climat plus chaud et une affinité assez marquée avec la flore indienne. La flore du Tonkin ne paraît décidément pas avoir une physionomie spéciale : c'est une flore de transition entre la Chine et l'Inde, et elle diffère profondément sous ce rapport de la flore des montagnes du Yun-nan, qui a un caractère d'autonomie et décèle un centre de création très marqué.

» Quoi qu'il en soit, si l'on introduisait plus tard les arbres à gutta-percha au Tonkin, c'est dans les montagnes de la province de Ninh-Binh plutôt qu'aux environs d'Haï-Phong qu'il conviendrait d'en faire l'essai. »

BOTANIQUE. — *Nouvel exemple de générations alternantes chez les Champignons urédinés* (Cronartium asclepiadeum *et* Peridermium Pini corticolum). Note de M. **Max. Cornu.**

« J'ai déjà eu l'honneur de porter à la connaissance de l'Académie un nouvel exemple de générations alternantes ([1]); j'ai été assez heureux pour en découvrir un second.

» La rouille des feuilles du Pin (*Peridermium Pini*, var. *acicolum*) est un état spécial du *Coleosporium senecionis*, ainsi que M. le Dr Wolf l'a établi en 1873; j'ai répété ces expériences à plusieurs reprises ([2]); mais il existe

---

([1]) Nouvel exemple (*Æcidium* de la Renoncule rampante et Puccinie des Roseaux), séance du 26 juin 1882.

([2]) *Alternance des générations chez quelques Urédinées* (*Comptes rendus*, séance du 12 juillet 1880).

une autre rouille, qui se montre sur l'écorce du bois, où elle forme des pustules coniques, orangées, longues de $0^m,01$ à $0^m,02$, groupées en un large anneau. Elle est considérée comme une variété de la précédente et décrite avec elle ([1]) ou séparée comme variété corticole ([2]).

» Je ne l'ai trouvée qu'une seule fois en Sologne, où chaque année j'observe l'autre en nombre énorme.

» J'ai reçu à diverses reprises le parasite des tiges; les semis que je tentai sur le Seneçon ne réussirent pas. Je pus enfin, en 1885, l'essayer de nouveau à l'aide de magnifiques échantillons. Voici dans quelles circonstances :

» M. Levret, inspecteur des Forêts à Paris, ayant lu une Note que j'avais publiée sur la rouille des Pins ([3]) eut la complaisance de me signaler une invasion de cette rouille corticole (qu'il considérait comme identique à l'autre) dans certains massifs de la forêt de Saint-Germain, il m'en apporta lui-même de nombreux spécimens frais que j'utilisai immédiatement.

» Avec l'autorisation de M. Hervé Mangon, Ministre de l'Agriculture, M. Colnenne, Directeur des Forêts, eut la bonté d'organiser, quelques jours après, une visite en forêt, visite à laquelle il voulut prendre part lui-même.

» Une évaluation précise a montré que le nombre des arbres atteints était de 15 pour 100; c'étaient de jeunes Pins de quatre ans à cinq ans mourants ou destinés à périr.

» Les faits qui me frappèrent le plus furent, d'une part, l'absence presque totale de Seneçons (*Senecio vulgaris*, Jacobæa, etc.) dans la forêt et les terrains vagues; les rares exemplaires en étaient très sains; d'autre part, la rareté excessive du *peridermium* sur les feuilles (facile à reconnaître encore à cette date, 11 juin), quand le champignon était si abondant sur les tiges. Dans le cours de l'excursion, qui dura cinq heures, nous ne rencontrâmes que trois aiguilles atteintes sur des milliers d'arbres examinés.

» Par contre, l'abondance de certaines plantes dans les massifs les plus atteints et l'expérience renouvelée sans succès sur les Seneçons firent naître dans mon esprit le soupçon que l'une d'elles servait peut-être de nourrice à l'état parfait de la rouille des écorces : je tentai de le vérifier.

---

(1) Winter, *Die Pilze Deutschlands œsterreichs und der Schweiz*, p. 248.

(2) Frank, *Die Krankheiten der Pflanzen*, t. II, p. 483. — Rees, *Die Rostpilzformen der deustchen Coniferen*, p. 46.

(3) *Revue forestière* (mars 1883).

» Je pris, dans un groupe étendu de *Vincetoxicum officinale*, quatre petites touffes; d'autre part, j'employai deux plants d'une forme méridionale de la même espèce cultivés en pots; ces *Vincetoxicum* végétaient depuis plusieurs années au Muséum, de tout temps exempts de toute urédinée.

» Je préparai, en outre, six pots de Seneçon vulgaire. Les 12 et 13 juin, je semai sur l'ensemble du lot les spores fraîches du *peridermium* des écorces.

» Après vingt jours, aucun développement d'*Uredo* n'avait encore été vu, malgré des visites fréquentes; et je désespérais d'obtenir un résultat, lorsque le 13 juillet, après une série d'occupations qui me tinrent éloigné et privé de tout loisir, je trouvai les six touffes de *Vincetoxicum* envahies complètement par de nombreuses pustules de *Cronartium asclepiadeum*.

» Les feuilles présentaient à leur face inférieure des sores nombreux, en groupes anguleux avec des téleutospores déjà bien visibles; les plantes souffraient manifestement. Les témoins demeurèrent sains; les Seneçons sains aussi furent trouvés en très mauvais état, fatigués par la floraison et de très nombreux pucerons.

» Il n'y a eu qu'une seule expérience, mais elle a porté sur deux formes de *Vincetoxicum*. Aucune forme de *Cronartium* n'avait encore été rattachée à une forme d'*Æcidium*. Les deux formes écidiennes qui habitent le Pin et qu'on rapportait à la même espèce sont donc deux espèces bien distinctes.

» Les déductions de l'examen seul (si soigneux qu'il soit) d'échantillons desséchés ou non des Æcidiums des urédinées paraissent donc téméraires, surtout lorsqu'elles s'appliquent à des parasites de nos cultures.

» Pour prévenir la rouille des Pins (¹) il conviendra donc, non seulement de détruire les Seneçons, mais encore les *Vincetoxicum*, tout au moins dans les pépinières où les jeunes plants sont plus particulièrement exposés.

» Il est utile de remarquer que chez nous le *Vincetoxicum* affectionne particulièrement les terrains calcaires. »

(¹) La rouille des écorces est une maladie parfois redoutable comme on l'a vu; M. Rousseau, sous-inspecteur des forêts dans l'Aude, a signalé (*Revue forestière*, 1878) près de 300^{ha} de Pins d'Alep de reboisement en train de périr par cette cause; le *peridermium* est-il le même? M. Naudin a bien voulu me communiquer, au mois de juillet dernier, des échantillons de *Cronartium asclepiadeum* provenant d'Antibes : le Pin d'Alep existe dans les environs et le *peridermium* des écorces est rencontré dans la région.

BOTANIQUE. — *Sur le développement acrogène des corps reproducteurs des Champignons.* Note de M. **J. de Seynes**.

« On sait combien il est difficile de préjuger le développement d'un organe végétal d'après les caractères qu'il présente à l'état adulte. La croissance amène des modifications inattendues, des déplacements qui modifient la situation respective des parties et qui donnent lieu à de fréquentes illusions. Les organes cellulaires des Champignons, malgré leur simplicité, ne sont pas à l'abri de ces causes d'erreur. Les corps reproducteurs agames, nommés tantôt *spores*, tantôt *conidies*, sont depuis longtemps classés en deux types distincts : les uns se développent librement à l'intérieur d'une cellule mère d'où ils sont expulsés à la maturité; les autres se détachent du sommet d'une cellule dont ils passent pour être un simple prolongement. Diverses apparences, qu'il serait trop long de rappeler ici, ont souvent fait mettre en doute le caractère exogène de la formation de ces derniers. Dès 1872, j'avais observé que, en ralentissant la végétation des chaînettes de conidies du *Penicillium glaucum* Lk, il devenait plus facile de saisir leurs phases de développement; la soudure précoce de l'enveloppe des conidies avec la paroi interne de la cellule mère voilait seule le caractère endogène de leur formation. De son côté, M. Van Tieghem faisait sur les *Chætocladium* et les *Piptocephalis* des observations tendant au même résultat, bien qu'avec des nuances propres à chacun de ces deux genres.

» Dans son dernier Ouvrage sur la Morphologie et la Biologie des Champignons, M. de Bary conteste la réalité de ces observations et n'y voit que le résultat d'idées préconçues. J'ai réuni, dans un Mémoire actuellement sous presse, des faits propres à apporter quelque lumière dans cette controverse, et j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie un de ces faits qui présente un caractère particulier de simplicité et de clarté.

» Le fruit de l'Ananas, lorsqu'il est arrivé à l'extrême maturité, est quelquefois envahi par une moisissure qui forme à l'intérieur de larges taches, blanches dans les parties récentes, noires dans les anciennes. Cette moisissure appartient à un type peu connu, auquel M. Berkeley a donné le nom de *Sporoschisma;* l'espèce actuelle présente un mycélium fin, ramifié, incolore; ce mycélium donne naissance à des branches dressées, brusquement élargies à leur point d'origine, et qui s'atténuent insensiblement vers leur sommet. Leur partie inférieure offre une teinte légèrement enfumée

ou rouillée, la partie supérieure est incolore et paraît segmentée par des cloisons rapprochées pour former des conidies cylindriques, uniloculaires, incolores, qui se détachent au niveau de chaque cloison comme les conidies des *Chalara*, des *Sporendonema* et de plusieurs espèces d'*Oidium*. Ces conidies se développent successivement de haut en bas, et par conséquent dans des régions de la cellule mère de plus en plus larges; les dernières formées se trouvent au niveau d'une partie de la cellule conidiophore dont le diamètre peut dépasser de plus d'un tiers celui de la partie supérieure; les conidies augmentent à peine de dimension, le trait qui figure leur contour apparaît alors distinct à l'intérieur de celui qui dessine la membrane de la cellule mère; il peut arriver qu'un léger intervalle sépare les conidies entre elles et celles-ci de la paroi de la cellule mère, elles se montrent alors aussi nettement libres dans l'intérieur de la cellule mère que des spores de Pézize dans leur thèque. La rupture du sommet de la cellule mère laisse une ouverture béante par où elles s'échappent, en achevant de démontrer par là l'absence de toute connexion avec les parois de la cellule mère.

» Ainsi, une même cellule conidiophore présente en un point de sa longueur des conidies libres évidemment endogènes; puis, à mesure que son calibre se rétrécit, sa paroi s'applique de plus en plus contre l'enveloppe des conidies et semble vers le sommet se fusionner avec elle, de telle sorte que les conidies supérieures ne peuvent se disséminer que par la rupture de la cellule mère dans l'intervalle de deux conidies. La gradation est insensible et ne permet pas la supposition étrange qui pourrait se présenter à l'esprit, et faire croire que les conidies supérieures se développent par cloisonnement et les inférieures par formation libre. Une pareille hypothèse est d'ailleurs contredite par d'autres détails de structure et de développement, dans lesquels je ne puis entrer ici; mais ce que je viens d'exposer suffit pour montrer un exemple de formation endogène de conidies qui présentent à la maturité toutes les apparences de corps reproducteurs à développement dit acrogène ou acrosporé. »

GÉOLOGIE. — *Sur la théorie des tremblements de terre.* Note de M. Stanislas Meunier.

« L'hypothèse que j'ai soumise précédemment à l'Académie [1], pour expliquer l'origine des tremblements de terre, a reçu l'approbation de plu-

---

[1] *Comptes rendus*, t. XCVII, p. 1230; 1883.

sieurs savants illustres, en tête desquels je suis très heureux et très fier de pouvoir compter M. Faye. Cette hypothèse a trait au mécanisme par lequel l'eau, moteur évident et incontesté des phénomènes, pénètre dans la région profonde où sa force explosive est engendrée tout à coup. Elle consiste à croire que les détonations et les secousses sismiques résultent de la chute inopinée de blocs rocheux imprégnés d'*eau de carrière*, dans les zones internes de température très élevée. C'est la première fois qu'on imagine d'attribuer à l'eau un véhicule solide, pour éviter les résistances opposées à la pénétration infra-granitique de fluides, liquides ou gazeux.

» Depuis l'époque de ma première publication, j'ai recueilli des faits nombreux qui paraissent confirmer pleinement cette vue générale, et je demande la permission d'en signaler quelques-uns.

» Pour qu'on en saisisse bien la portée, il faut rappeler une notion universellement admise : c'est que l'eau, incessamment appelée de la surface vers les régions relativement profondes par l'énergique attraction capillaire des roches suffisamment refroidies, rencontre dans les hautes températures souterraines un obstacle invincible à sa pénétration indéfinie. L'une superposée à l'autre sont donc deux régions concentriques : la plus externe saturée d'humidité, la plus profonde absolument sèche; celle-ci perdant à chaque instant devant les progrès de l'autre, qui emprunte ses éléments d'hydratation à la masse encore considérable des océans. Les choses ainsi pourraient durer pacifiquement si la croûte solidifiée et le noyau toujours fluide ne se contractaient de quantités inégales sous l'influence du froid progressif. De cette diminution différente résultent fatalement des tiraillements et des crevassements de l'écorce, à tous moments trop grande pour le noyau qui se rapetisse plus vite qu'elle et dont elle ne peut suivre le mouvement centripète qu'en se fronçant sur elle-même. Or, comment admettre ces déplacements même très faibles, sans assister en même temps par la pensée à des pulvérisations des portions internes? Le long des grandes cassures ou failles, des blocs, nécessairement, se détachent, glissent et peuvent ainsi parvenir, de la zone des masses hydratées, aux espaces incandescents où l'eau ne saurait subsister. Un pareil fragment ayant seulement 1^{kmc} (et qu'est-ce vis-à-vis du volume terrestre?) nous fournit, dans la force élastique ainsi libérée tout à coup, de quoi expliquer bien aisément, par comparaison avec les effets redoutables d'un morceau de brique mouillée, accidentellement jeté dans le creuset d'un haut fourneau, d'irrésistibles explosions, des trépidations à détruire des villes entières, des détonations, des roulements souterrains et des mugissements formidables, c'est-à-dire

tout l'imposant cortège des phénomènes sismiques. Que les *égrènements* de matériaux hydratés se succèdent les uns aux autres, et à chacun d'eux une explosion, un choc du sol devra nécessairement correspondre : les deux cent cinquante trépidations éprouvées à Chio en quarante-huit heures, les deux cents secousses senties à Murcie dans la seule journée du 10 janvier 1885, sont les témoins de deux cent cinquante et de deux cents chutes de blocs de matériaux humides dans le laboratoire encore interdit à l'eau.

» Outre que cette manière de comprendre le phénomène présente, à mes yeux, le grand avantage de cadrer avec l'opinion si autorisée de M. Boussingault, d'après qui les tremblements de terre se rattachent à des écroulements souterrains, elle explique la soudaineté si caractéristique de certaines secousses, par exemple de celle qui, près de Séville, a, d'après M. Noguès, fendu un arbre de la racine aux branches, sans le renverser ([1]). En second lieu, les études microphoniques de M. de Rossi, qui constate, dans les régions souterraines agitées, des sifflements de machines à vapeur, nous font vraiment suivre de l'oreille l'égrènement des particules humides qui perdent brusquement leur eau. D'un autre côté, c'est encore en conformité avec l'hypothèse qu'on voit les phénomènes sismiques localisés surtout le long des lignes littorales et sous les chaînes de montagnes géologiquement récentes. Pour ces dernières, la désagrégation des couches contournées, redressées, présente évidemment une condition éminemment favorable au développement des réactions qui viennent d'être décrites. Il faut même ajouter ici une remarque qui s'applique également et plus peut-être aux zones littorales. Si l'on essaye de se représenter la distribution de l'eau d'imprégnation dans les masses profondes, on reconnaît qu'elle doit être influencée très fortement par les formes du relief extérieur de l'écorce. Les mesures thermométriques prises dans les tunnels qui traversent les montagnes y révèlent un accroissement de chaleur exceptionnellement rapide, qui ne peut que relever la surface de contact mutuel de la zone d'imprégnation et de la zone anhydre. Il résulte de là qu'à la faveur du crevassement, qui ne peut pas manquer, à la suite des contractions spontanées, des fragments rocheux situés vers la plaine, à une profondeur où l'imprégnation est possible, sont tout à coup, et sans déplacement vertical nécessaire, soumis aux effluves latéraux des masses très chaudes gisant sous la montagne et ainsi douées brusquement

---

([1]) *Comptes rendus*, t. C, p. 256.

du caractère explosif. Des considérations que M. Faye a fait valoir montrent de même que, sous la nappe refroidissante des océans, l'accroissement de la température souterraine doit être fortement ralenti.

» Enfin, il est un fait du plus haut intérêt, sur lequel on a récemment appelé l'attention et qu'aucune théorie n'a jusqu'ici expliqué : c'est la propagation très progressive et relativement fort lente des phénomènes sismiques, en 1884 et 1885, depuis les îles du cap Vert à l'Andalousie, puis à la Grèce et enfin à l'Inde. Le craquellement successif le long des grandes lignes de tiraillement, avec les pulvérisations concomitantes, sont de nature à rendre cette circonstance explicable.

» Il reste à ajouter qu'en présence de la vapeur engendrée dans la profondeur par le mécanisme précédemment indiqué, les silicates surfondus incorporent l'eau à leur propre masse par une véritable *occlusion* : c'est elle qui a retenu, par exemple, l'eau et l'acide chlorhydrique dans les obsidiennes. Le composé résultant, analogue par son état au vin de Champagne sursaturé d'acide carbonique, sera souvent comme lui *foisonnant;* si une issue se présente vers les régions supérieures, c'est-à-dire de faible pression, le dégagement des fluides élastiques déterminera l'ascension de la matière fondue ou *lave*, et certaines de ses portions se réduiront, par l'expansion même de la vapeur, en *lapilli* et en *cendres*.

» Ainsi se trouve justifiée de nouveau cette doctrine qui fait de l'éruption volcanique un simple épiphénomène du tremblement de terre. »

GÉOLOGIE. — *Sur la géologie de l'est du Tonkin.* Note de M. E. JOURDY, présentée par M. Hébert.

« M. le Professeur Gaudry a bien voulu présenter à l'Académie, dans sa séance du 9 novembre 1885, le résultat de mes premières recherches sur la géologie de l'est du Tonkin. J'ai pu compléter ces observations de façon à donner une idée suffisamment exacte de l'âge et de la superposition des roches dans cette partie de l'Asie où aucun géologue n'avait encore pénétré.

» J'ai été assez heureux pour découvrir des Spirifers dans le calcaire marmoréen du Delta, calcaire qui se trouve dans tout le Tonkin, ainsi qu'en Annam et dans la province de Kouang-Tong : j'ai pu en conclure son âge qui se rapporte à l'étage carbonifère. Les déterminations qui ont été faites de mes fossiles à l'École des Mines confirment pleinement cette opinion.

» Les fossiles que j'avais recueillis sur le champ de bataille de Dong-Song et que j'avais estimés devoir être secondaires ont été reconnus triasiques par M. le Professeur Douvillé.

» Enfin, les plantes que j'ai rapportées du bassin houiller de la baie de Hone-Gay ont été classées dans la flore rhétienne par M. Zeiller, qui les connaissait déjà par les échantillons rapportés par M. Fuchs.

» Dans l'intérieur, le Trias serait superposé au Carbonifère, tandis que sur le littoral, le bassin houiller, d'âge infra-liasique, reposerait directement sur le calcaire carbonifère, dans un de ses plissements.

» Dans l'intérieur, le pli anticlinal, dont la direction est jalonnée par la route mandarine de Hanoï à Langson, détermine la loi orographique de toute cette région, le trait le plus caractéristique étant la falaise des montagnes de marbre de Bac-Lé. Sur le littoral et sur le bord du Delta, le calcaire carbonifère, contre lequel s'appliquent les arkoses du bassin houiller, longe la côte derrière la baie d'Along, pour remonter ensuite dans l'intérieur jusqu'à Dong-Trieu, tandis que les couches supérieures du bassin, disloquées en pénétrant dans le Delta, remontent jusqu'au nord de Bac-Ninh.

» Le bassin houiller serait donc plus étendu de ce côté qu'on ne le pensait d'abord, bien que sa partie utile, c'est-à-dire les couches de houille, ne paraisse pas s'étendre plus avant que Dong-Trieu; cependant il est probable qu'on en retrouvera des fragments le long des pitons d'arkoses qui émergent des rizières dans tout l'est du Delta. Le bassin de la baie de Hone-Gay, où la présence de la houille a été signalée pour la première fois il y a déjà plusieurs années, est assurément étendu; l'exploitation en serait commode, car la double couche de combustible est épaisse, à fleur du sol, peu au-dessus du niveau de la mer et dans le voisinage immédiat de celle-ci, mais le charbon y est de qualité inférieure et ne peut être utilisé dans les machines à vapeur que mélangé au double de son poids de charbon gras. Il y a donc lieu de faire des réserves sur la valeur commerciale des mines de houille du Tonkin. Les bancs de quartzites qu'on rencontre au contact du calcaire, l'aspect marmoréen et les grottes nombreuses de celui-ci, sont les indices d'un métamorphisme régional dont l'action sur les couches de combustible n'a pu manquer de se faire sentir.

» L'action ignée doit être intimement liée aux plissements qui ont affecté tout l'est du Tonkin, suivant la direction nord-est-sud-ouest, ligne de refoulement; la direction perpendiculaire à celle-ci est, au contraire, une ligne de fracture, dessinée par l'axe du Delta prolongé par le cours supé-

rieur du fleuve Rouge, et se reproduit, du reste, dans toute l'Indo-Chine, jusqu'à la jonction du continent asiatique à l'Océanie. »

HISTOLOGIE. — *Sur la disparition des éléments chromatiques nucléaires et sur l'apparition progressive d'éléments chromatiques dans la zone équatoriale.* Note de M. **Ch. Degagny**.

« J'ai signalé la colorabilité de la zone équatoriale, au centre du tonneau, dans toute cellule en formation, par bipartition du noyau. J'avais remarqué dans plusieurs préparations que la colorabilité de la zone équatoriale, par le bleu de méthylène, semblait répondre à une décoloration progressive des deux jeunes noyaux reformés aux pôles, c'est-à-dire aux deux bases du tonneau. J'ai dû faire de nouvelles recherches, et je crois pouvoir donner comme résultat acquis ce fait que tous les observateurs pourront vérifier : que la substance colorable, la nucléine, qui forme la base des matières chromatiques du filament, *disparaît progressivement* des filaments reformés dans les jeunes noyaux, au fur et à mesure que la zone *équatoriale devient colorable.*

» Cette dissolution de la nucléine, contemporaine de la formation de la zone équatoriale, et du début de l'assimilation azotée dans la région centrale du tonneau, n'est pas la seule qui se fasse pendant les diverses phases de la division.

» L'hyaloplasma interposé au filament dans le noyau au repos, puis lors de la contraction, et surtout au moment de la concentration des bâtonnets à l'équateur, devient fortement colorable par le bleu de méthylène. De sorte que dans une préparation d'albumen où les diverses phases de la division sont représentées, on peut suivre d'un coup d'œil les effets simultanés de la couleur sur des éléments exposés exactement dans les mêmes conditions à l'action du réactif.

» Dans toutes les figures des phénomènes antérieurs à la formation du tonneau, surtout dans les cellules où se trouvent les phases correspondantes à la concentration progressive vers l'équateur, à la formation de la plaque, à sa dislocation, les filaments semblent englobés dans une masse fluide fortement teintée en bleu. Eux, au contraire, sont dès lors moins colorés : les éléments colorables, sous forme de microsomes ou granulations, se sont en grande partie diffusés dans l'hyaloplasma contigu.

» Dès la formation du tonneau, et après le court intervalle qui représente

la phase où la région centrale est absolument achromatique à tous les réactifs, les deux extrémités, les deux jeunes noyaux en voie de rétablissement pâlissent de plus en plus et, *fait nouveau,* la zone équatoriale commence à se teindre à son tour. Et elle arrive à se teindre avec une intensité aussi considérable que les deux moitiés de noyau, depuis la formation de la zone achromatique centrale en remontant jusqu'aux phases de pelotonnement à l'équateur.

» De sorte que l'on peut avancer que la plus grande partie des matières colorables du filament, que la nucléine a passé des jeunes noyaux dans la zone équatoriale, où elle va faire débuter la combinaison de la matière azotée, colorable, à un certain moment, au bleu de méthylène, puis plus tard à la safranine, au violet, etc., et enfin aux préparations iodées.

» Quant aux microsomes cytoplasmiques qui auraient pénétré, dit-on, dans la région nucléaire, au moment de la disparition de la membrane, ils ne sont pas colorés. Leur concentration, que l'on prétend avoir constatée dans la région équatoriale, ne pourrait expliquer la colorabilité de celle-ci à une certaine époque, puisque eux-mêmes sont incolorables.

» D'autre part, la colorabilité se fait suivant les fils achromatiques dont la base s'épaissit, même dans les divisions où la cloison ne se réalise pas. Cette base se colore plus fortement et forme les deux peignes dont j'ai parlé.

» L'assimilation progressive des éléments ternaires cytoplasmiques ou nucléaires préexistants se fait, non pas suivant des plans parallèles au plan équatorial, mais bien au contraire, suivant des directions perpendiculaires à ce plan. Elle est positivement sous la dépendance des jeunes noyaux, elle se fait dans leur direction et dans une zone où chacun des points en réaction est géométriquement et symétriquement placé par rapport aux deux foyers d'action : les deux noyaux reformés. »

ANATOMIE. — *Le crémaster et la migration testiculaire.* Note de M. C. **Debierre.**

« Chez les animaux dont le testicule descend dans le scrotum et remonte périodiquement dans le ventre, le crémaster est bien formé, ainsi qu'on l'admet généralement, par un sac musculaire à fibres striées dont le testicule se coiffe pendant sa descente, à la façon de la tête qui se coiffe d'un bonnet de coton, et dont il se décoiffe pendant son mouvement d'ascension.

» L'agent du mouvement de descente est le faisceau scrotal du cré-

master : les agents du mouvement d'ascension sont les faisceaux latéraux ou périphériques de la poche crémastérine, faisceaux musculaires, franchement striés, *qui s'attachent en dedans à l'aponévrose du muscle grand droit de l'abdomen, et qui en dehors sont une dépendance des muscles oblique interne et transverse du bas-ventre*.

» Chez les animaux dont le testicule est en permanence dans les bourses (chien, mouton, bœuf, etc.) et chez l'homme, le crémaster externe est également une dépendance des muscles profonds de l'abdomen. La portion externe, volumineuse, n'est autre que les faisceaux les plus inférieurs de l'oblique interne qui descendent sur la tunique fibreuse commune et s'y attachent en s'y perdant en éventail, de façon à former un véritable suspensoir cellulo-musculaire au testicule. La portion interne, *quand elle existe,* est toujours fort peu prononcée, et son tendon lamelleux va se perdre sur l'aponévrose du grand droit.

» Quel est chez ces animaux et chez l'homme l'agent de la migration testiculaire?

» Un fait sûr, bien qu'il n'ait été mis en relief par personne, c'est que chez les Ruminants (Ovidés et Bovidés), la poche crémastérine préexiste à la descente du testicule. Sur les embryons de brebis de 120^{mm} à 180^{mm}, elle a la forme d'une bouteille dont le corps est dans le scrotum, le col dans le canal inguinal, l'ouverture du goulot à l'anneau inguinal interne. Sur les embryons de 120^{mm}, le testicule est encore dans le ventre, prêt à s'engager dans l'anneau interne du canal inguinal, pour parcourir ce canal et tomber dans les bourses.

» Ce mouvement de descente, qui s'effectue peu après, est le fait de la portion moyenne du crémaster qui, sous forme d'un fuseau ou d'un pilon à grosse extrémité inférieure, long de 15^{mm} à 20^{mm}, épais de 3^{mm} à 4^{mm} en son corps, descend du pôle inférieur du testicule et de la portion attenante de l'épididyme au fond du sac érythroïde où il se fixe solidement.

» Cette partie moyenne du crémaster est de nature musculaire, mais ses éléments composés d'une série de cellules fusiformes, à noyau ovoïde strié ou plutôt ponctué en travers, soudées bout à bout et réunies en faisceaux, ont moins l'aspect du tissu musculaire strié que les éléments de la paroi de la poche elle-même qui sont à une phase de développement plus avancée. Ce fuseau dur, épais, résistant, de consistance fibro-cartilagineuse, c'est le *gubernaculum-testis,* le gouvernail de Hunter.

» S'il lui est possible d'attirer le testicule dans le scrotum sans renverser le sac érythroïde, au fond duquel il se fixe, c'est parce que le testicule

offre moins de résistance à la traction que le fond de la poche crémastérine. La périphérie de celle-ci est en effet fixée à la face interne du scrotum-dartos par une sorte de filet celluleux, la tunique dite *celluleuse,* dépendance du fascia du muscle grand oblique et qui contient des fibres musculaires lisses au milieu de son feutrage de nature lamino-élastique.

» Sur le fœtus de brebis de 180^{mm} ou celui de vache de 30^{cm} à 40^{cm}, alors que le testicule est descendu dans sa poche érythroïde, il est possible, en tirant assez fortement sur le canal déférent et l'artère spermatique, réunis dans les mors d'une pince, de faire rentrer le testicule dans le ventre en *renversant* la poche crémastérine qu'attire le gubernaculum comme fait le bras introduit dans un bas pour le retourner. Ce phénomène est frappant d'analogie avec celui qui fait rentrer périodiquement le testicule dans l'abdomen des Insectivores et des Rongeurs, du Cobaye par exemple.

» L'agent qui fait *tomber* le crémaster dans les bourses est la poussée en bas du gubernaculum qui, à la façon d'une tige rigide, déprime dans ce mouvement et entraîne peu à peu, en s'en coiffant progressivement, les fibres du petit oblique et peut-être du transverse. Dans cette descente, le même appareil entraîne la séreuse viscérale; la vaginale est donc également formée bien avant que le testicule vienne s'y loger.

» Chez le fœtus humain de quatre à six mois, l'appareil crémastérien rappelle beaucoup celui du cobaye *hors le temps de la descente complète;* à ce moment, le canal de Nuck est formé.

» Le gubernaculum, attaché en haut au testicule et à l'épididyme, descend le long du canal inguinal, préformé aussi à la descente du testicule, et vient faire hernie au niveau de l'orifice externe de ce canal. Là, il se perd, en se dissociant dans un tissu cellulaire lâche, chargé d'îlots graisseux, et contenant des fibres-cellules. Dans sa descente, il déprime et entraîne les fibres horizontales du petit oblique, s'en coiffe, s'unit à elles au niveau de son extrémité inférieure, et au fur et à mesure qu'il descendra dans le scrotum en voie de formation, il s'en formera un véritable sac, le crémaster externe.

» L'agent de la descente, c'est le gubernaculum. Eu égard à son insertion, *plus haut* que l'orifice interne du canal inguinal, on ne comprendrait pas comment le crémaster pourrait jouer ce rôle : ce muscle est *élévateur* du testicule, il ne saurait en être l'abaisseur. En aucun cas, il ne faut le confondre avec le gubernaculum.

» Chez l'adulte, le gubernaculum est représenté par la bride qui réunit

l'extrémité inférieure du testicule à la lame pariétale de la tunique vaginale et celle-ci à la tunique fibreuse commune. Dans cette bride, on trouve des fibres musculaires qui ont encore, chez l'adulte, la plus grande analogie avec celles du gubernaculum au moment de la descente du testicule. En ce qui concerne le faisceau scrotal proprement dit de certains auteurs, on ne peut le retrouver chez le fœtus et *a fortiori* chez l'adulte.

» Quant au *crémaster interne*, il est primitivement représenté par une bande musculaire à fibres lisses qui descend du mesorchium au gubernaculum. Chez l'adulte, ses faisceaux montent le long du cordon, attachés en bas à la tunique vaginale et à la tunique fibreuse, fixés en haut à la grande séreuse péritonéale invaginée en doigt de gant à ce niveau (lieu de réflexion du canal déférent), c'est-à-dire là où la vaginale se continue avec le péritoine chez les animaux chez lesquels persiste toute la vie le canal vagino-péritonéal, ou là où s'est faite la séparation de la séreuse propre au testicule (tunique vaginale) d'avec la grande séreuse viscérale (péritoine) chez les animaux (Chimpanzé) chez lesquels le canal vagino-péritonéal s'oblitère, et chez l'homme. »

PATHOLOGIE. — *Sur la nature mycosique de la tuberculose et sur l'évolution bacillaire du Microsporon furfur, son champignon pathogène.* Note de MM. **Duguet** et **J. Héricourt**.

« A l'occasion de trois observations de malades ayant succombé à des tuberculoses à marche rapide, et dans les organes desquels ni les bacilles ni les zooglées, qui ont été décrits comme étant les micro-organismes pathogènes de cette maladie, n'ont pu être retrouvés, malgré des examens longtemps poursuivis, nous avons entrepris une série de recherches et d'expériences qui nous ont donné les résultats suivants.

» Les coupes des organes tuberculeux, traitées par des solutions de potasse à divers degrés de concentration, depuis 10 jusqu'à 40 pour 100, se montrent toujours infiltrées, au niveau et au voisinage des tubercules, de granulations fines, de grosses spores et de rameaux mycéliens plus ou moins fragmentés, semblables aux différentes formes du parasite mycosique, le *Microsporon furfur*, dont étaient couverts deux des malades qui ont servi de point de départ à nos recherches.

» La présence de ces éléments mycosiques est bien plus constante que celle des bacilles tuberculeux. Ils ne font, en effet, défaut dans aucune

granulation tuberculeuse, et on les trouve dans les masses caséeuses des poumons qui souvent, pour une cause ignorée, se montrent sans bacilles, au milieu d'autres masses où ceux-ci foisonnent.

» Ces éléments sont bien visibles et reconnaissables à de faibles grossissements, surtout sous la forme mycélienne, dont les rameaux, parfois fort étendus et semblables à des cheveux, mais ramifiés et articulés, cheminent dans les alvéoles pulmonaires, où ils ont toujours dû être vus et pris pour des corps étrangers accidentels de préparation. Le grossissement qui convient le mieux à leur examen est celui de 350 diamètres.

» Ils foisonnent dans l'expectoration des phtisiques, où les bacilles tuberculeux sont également très nombreux; mais dans les crachats d'individus cliniquement tuberculeux, où l'on ne rencontre pas encore de bacilles, on trouve déjà des spores et du mycélium. Pour les bien mettre en évidence, il suffit de traiter les crachats par une lessive de potasse.

» Des cultures de *Microsporon furfur*, injectées à des cobayes et à des lapins, ont rendu ces animaux tuberculeux sans exception.

» De plus, un lapin qui avait été soumis à des insufflations trachéales de crasse pityriasique avait, quinze jours après l'opération, les poumons complètement infiltrés de tubercules miliaires, avec généralisation du processus au foie et aux reins.

» Les cultures du *Miscrosporon furfur*, celles des tubercules humains bacillaires ou non bacillaires et de l'expectoration des phtisiques, celles enfin des tubercules expérimentaux d'origine microsporique ou pityriasique, ont absolument les mêmes caractères.

» L'observation y distingue deux parties : l'une, qui occupe le fond des tubes, est formée de spores et de mycélium, celui-ci parfois en désagrégation granuleuse : c'est la partie anaérobie. L'autre, aérobie, se développe à la surface des bouillons de culture, sous la forme d'une membrane ondulée, résistante, blanche d'abord, puis devenant rosée en vieillissant, constituée par un feutrage de bacilles qui ont tous les caractères morphologiques et chimiques des bacilles tuberculeux tels qu'ils sont aujourd'hui classiquement décrits.

» Ces bacilles, qui se développent bien à une température constante de 32° à 37°C. et résistent à l'action décolorante de l'acide nitrique à 30 pour 100 quand ils ont été colorés selon le procédé d'Ehrlich, ne tardent pas à se résoudre en spores ovoïdes, qui ne peuvent plus s'imprégner des couleurs d'aniline.

» Ces spores tombent au fond des tubes à culture au moment où la

membrane superficielle se désagrège, ce qui arrive vers le huitième jour. Elles paraissent alors se contracter et augmenter de réfringence, et dans cette forme de granulations redevenir le point de départ des spores et du mycélium du *Microsporon furfur*.

» Le développement bacillaire se fait bien dans le lait et le bouillon de bœuf non salé, légèrement alcalinisé avec du carbonate de potasse. Si l'on acidifie légèrement les bouillons avec de l'acide lactique ou si la température tombe au-dessous de 30° ou monte au-dessus de 38°, on entrave complètement la formation des bacilles, et la végétation du *Microsporon* se fait tout entière au fond des tubes, sous la forme de bourgeonnement des grosses spores mycosiques.

» Le bacille tuberculeux, tel qu'il a été décrit par M. Koch, ne serait donc qu'une forme micro-organique correspondant à l'une des phases de l'évolution du *Microsporon furfur*, forme contingente dont le développement serait en rapport avec certaines conditions chimiques et thermiques des milieux de culture.

» Cette contingence explique un grand nombre de faits encore obscurs de l'histoire bactériologique de la tuberculose, notamment l'absence souvent constatée de bacilles dans les jeunes granulations miliaires des viscères autres que les poumons, surtout dans celles des ganglions lymphatiques et des testicules.

» La présence constante des éléments du *Microsporon* dans tous ces tubercules montre le mécanisme de production de ces lésions sans bacilles.

» D'autre part, l'état de fines granulations par lesquelles passe le champignon, à deux périodes de son évolution, et qui est celui en lequel se résolvent toutes les vieilles cultures, donne toute leur valeur aux faits avancés par M. Toussaint, concernant la forme du contage de la tuberculose.

» Cet état explique également comment des expérimentateurs, MM. Malassez et Vignal, en inoculant des zooglées, forme sous laquelle les granulations peuvent se présenter, ont pu produire des tuberculoses bacillaires.

» Ces recherches nous paraissent de nature à faire prendre en considération les idées soutenues par différents auteurs, sur le polymorphisme des moisissures et des bactéries. Elles sont susceptibles d'être appliquées à d'autres maladies bacillaires, ainsi qu'aux maladies infectieuses pour lesquelles la recherche des bactéries pathogènes n'a encore donné que des résultats douteux.

» Enfin, elles nous paraissent susceptibles d'un certain nombre d'appli-

cations concernant la prophylaxie et la thérapeutique de la tuberculose, ainsi que l'atténuation de la virulence du parasite dont nous étudions en ce moment les conditions. »

M. **E.-J. Maumené** adresse un Mémoire intitulé : « Sur la composition des hydrates d'acides ».

M. **F. Privat** adresse un Mémoire portant pour titre : Mesure de la percussion des fluides sur les surfaces courbes et les surfaces brisées. Applications à la figure de l'hélice et à l'angle du gouvernail. »

La séance est levée à 4 heures trois quarts. A. V.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 5 avril 1886.

Recherches expérimentales sur la limite de la vitesse que prend un gaz quand il passe d'une pression à une autre plus faible; par G.-A. Hirn. Paris, Gauthier-Villars, 1886; in-8°.

Traité d'hygiène industrielle; par L. Poincaré. Paris, G. Masson, 1886; in-8°. (Présenté par M. Vulpian, pour le concours Montyon, Arts insalubres.)

Traité iconographique d'Ophthalmoscopie; par X. Galezowski. Paris, J.-B. Baillière, 1886; in-8° relié. (Présenté par M. Vulpian, pour le concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Des meilleurs pansements à employer dans la chirurgie d'armée en campagne; par le Dr Chauvel. Paris, F. Alcan, 1885; br. in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Bulletin météorologique du département de l'Hérault, publié sous les auspices du Conseil général; année 1885. Montpellier, typogr. Boehm, 1886; in-4°.

Précis analytique des travaux de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Rouen pendant l'année 1884-1885. Rouen, impr. Cagniard, 1886; in-8°.

Traité de Zootechnie; par André Sanson. Paris, Librairie agricole de la Maison rustique, 1882-1886; 5 vol. in-12.

Abrégé de Géologie; par A. de Lapparent. Paris, F. Savy, 1886; in-12.

Nouveaux éléments de Pharmacie; par A. Andouard; 3e édition. Paris, J.-B. Baillière, 1886; in-8°.

Réforme de la loi internationale du 4 novembre 1879 sur les collisions en mer et création de tribunaux maritimes internationaux. Pétition au Parlement français; par A. Riondel. Cherbourg, impr. A. Mouchel, 1886; in-4°.

Nouveaux Mémoires de la Société impériale des Naturalistes de Moscou; t. XIII, livr. 3; t. XIV, livr. 1 à 4. Moscou, impr. de l'Université impériale, 1871-1883; 5 livr. in-4°.

Dokoutchaeff. *Matériaux pour le cadastre scientifique des terres dans la province de Nijni-Novgorod. District de Vassil-Soursk.* Saint-Pétersbourg, 1885; in-8°. (Présenté par M. Daubrée.)

Annual Report of the Board of regents of the Smithsonian Institution showing the operations, expenditures and condition of the Institution for the year 1883. Washington, Government printing Office, 1885; in-8° relié.

Report of the Commissioner of education for the year 1883-84. Washington, Government printing Office, 1885; in-8° relié.

Medico-chirurgical Transactions, published by the royal medical and chirurgical Society of London; second series, vol. the fiftieth. London, Longmans, Green and C°, 1885; in-8° relié.

Ouvrages reçus dans la séance du 12 avril 1886.

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844, publiée par les ordres de M. le Ministre du Commerce; t. XXXIII, 1re et 2e Parties; t. XXXIV, 1re et 2e Parties; t. XXXV, 1re, 2e et 3e Parties. Paris, Impr. nationale, 1885-1886; 8 vol. in-4°.

Association française pour l'avancement des Sciences : Compte rendu de la 14e session. Grenoble, 1885, 1re Partie. Paris, au Secrétariat de l'Association, 1886; in-8° relié.

Cours de Machines; par M. Haton de la Goupillière; t. Ier, 1er Fascicule : *Hydraulique et moteurs hydrauliques.* Paris, Vve Ch. Dunod, 1886; in-8°.

Mémoires de la Société d'Agriculture, Sciences et Arts centrale du département du Nord, séant à Douai; 3e série, t. I. Douai, L. Crépin, 1885; in-8°.

Paléontologie française ou description des fossiles de la France; 1re série: *Animaux invertébrés;* liv. 3 : *Terrains tertiaires, éocène, échinides,* t. I; *par* M. COTTEAU. Paris, G. Masson, 1886; in-8°. (Présenté par M. Hébert.)

Note sur la flore de la Kroumirie centrale, explorée en 1883 *par la Mission botanique sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique; par* E. COSSON. Paris, impr. Bourloton, 1885; in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société botanique.*)

Addition au Compte rendu de la séance du 26 *juin* 1885. (Extrait du *Bulletin de la Société botanique.*) [Présenté par M. E. Cosson.]

Préfecture du département de la Seine. Ville de Paris. Direction des travaux. Recueil de pièces concernant les eaux, les canaux et l'assainissement; 1re Partie : *Eaux.* Paris, impr. Chaix, 1886; in-8°. (Deux exemplaires.)

Précis analytique des travaux de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Rouen pendant l'année 1884-1885. Rouen, impr. Cagniard, 1886; in-8°.

Exploration scientifique de la Tunisie. Étude sur les Crustacés terrestres et fluviatiles recueillis en Tunisie en 1883, 1884 *et* 1885 *par MM. A. Letourneux, M. Sédillot et Valéry Mayet; par* E. SIMON. Paris, Impr. nationale, 1885; in-8°. (Présenté par M. Cosson.)

Hygiène de l'Orateur; par le Dr A. RIANT. Paris, J.-B. Baillière, 1886; 1 vol. in-12.

L'hygiène de l'éducation dans les internats; par A. RIANT. Paris, Hachette, 1877; in-12.

Hygiène du cabinet de travail; par le Dr A. RIANT. Paris, J.-B. Baillière, 1883; in-12.

Hygiène scolaire; par A. RIANT. Paris, Hachette, 1884; in-12.

(Ces quatre Ouvrages sont présentés par M. Gosselin, pour le concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Aide-mémoire de Photographie pour 1886, *publié sous les auspices de la Société photographique de Toulouse; par* C. FABRE. Paris, Gauthier-Villars, 1886; in-32. (Deux exemplaires reliés.)

L. MOND. *Sciences occultes. Cours de magnétisme.* Paris, 1886; in-32.

L. MOND. *La peine de mort.* Lyon, 1886; br. in-8°.

Annuaire statistique de la province de Buenos-Ayres, publié sous la direction du Dr R. CONI. 4e année, 1884. Buenos-Ayres, typogr. de la Republica, 1885; gr. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 19 AVRIL 1886.

Étude sur une question d'analyse indéterminée; par M. DE JONQUIÈRES. Napoli, 1886; opuscule in-8°. (Estratto dal volume XXIV del *Giornale di Matematiche*.)

Études biologiques sur les modifications de la circulation qui suivent immédiatement la naissance; par M. A. BOUCHARD. Bordeaux, imp. Gounouilhou, 1886; br. in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey, pour le concours Montyon, Physiologie expérimentale.)

Traité clinique et pratique des maladies des femmes; par M. le Dr GUIBOUT. Paris, G. Masson, 1886; in-8°. (Présenté par M. Vulpian, pour le concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Manuel de Chirurgie d'armée; par le Dr E. AUDET. Paris, A. Delahaye et Lecrosnier, 1886; in-12. (Adressé au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

De la suture des nerfs; par le Dr G. ASSAKY. Paris, Asselin et Houzeau, 1886; in-8°. (Adressé au concours Montyon, Physiologie expérimentale.)

Études sur les insectes nuisibles à l'agriculture; par A. PERAGALLO. Nice, 1882-1885; 2 vol. in-8°. (Adressé par l'auteur au concours Thore.)

Thèses présentées à la Faculté des Sciences de Lille; par M. J. KOLB. Lille, imp. Danel, 1865; in-4°. (Adressé par l'auteur avec divers documents, pour le concours Montyon, Arts insalubres.)

Avenir des espèces. Les animaux perfectibles; par VICTOR MEUNIER. Paris, G. Steinheil, 1886; in-8°. (Présenté par M. Gaudry.)

Gisements aurifères de l'Andalousie; par M. A.-F. NOGUÈS. Sans lieu ni date; br. in-8°. (Présenté par M. Hébert.)

Flore populaire des Vosges; par N. HAILLANT. Paris, au siège de la Société d'Horticulture, 1886; in-8°.

Cours d'aqua-forte à l'usage des artistes et des amateurs; par A. NUMANS. Bruxelles, Lebègue, 1886; in-4°.

Nos vignobles préservés sans frais pour le viticulteur; par P. LAUNETTE. Paris, G. Masson, 1886; in-12.

Annales de l'observatoire de Moscou, publiées par le prof. Dr TH. BREDICHIN; 2e série, vol. I, livr. 1. Moscou, Lang, 1886; in-4°.

Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique. Service de la carte géologique

du royaume. Explication des feuilles de Wacken, de Meix-devant-Virton, de Roulers, de Thourout. Bruxelles, F. Hayez; 4 br. in-8°, avec Cartes in-f°.

Almanaque nautico para 1887, *calculado de orden de la Superioridad en el Instituto y observatorio de Marina de la ciudad de San Fernando.* Barcelona, 1885; in-8°.

Accidents in mines. Final Report of Her Majesty's Commissioners appointed to inquire into accidents in mines, etc. London, Spottiswoode, 1886; gr. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 27 AVRIL 1886.

PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique, des Beaux-Arts et des Cultes**, adresse l'ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. *Chauveau*, dans la Section d'Économie rurale, en remplacement de M. Bouley.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Chauveau** prend place parmi ses Confrères.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur le dosage du carbone organique contenu dans les sols qui fixent l'azote libre;* par M. **Berthelot**.

« Les recherches que j'ai faites sur la fixation directe de l'azote libre par divers terrains argileux, fixation qui s'opère par l'intermédiaire de certains organismes, m'ont conduit à chercher quelque autre mesure propre à indiquer la proportion même de ces organismes. Il ne paraît pas possible

d'isoler ces organismes, qui semblent appartenir au groupe des Diatomées; mais on peut se faire une idée de leur abondance, en dosant le carbone constitutif de leurs tissus. Je crois utile d'entrer dans quelques détails sur ces analyses, qui soulèvent des problèmes nouveaux et très délicats.

» Ce dosage s'opère en principe par les méthodes ordinaires, je veux dire par la combustion au moyen de l'oxyde de cuivre, puis de l'oxygène. Seulement il convient d'opérer sur 30^{gr} du sable ou de l'argile, afin de pouvoir récolter environ 100^{mgr} d'acide carbonique. Si l'on opérait sur la terre arable, beaucoup plus riche en carbone, un poids dix ou quinze fois moindre suffirait.

» Quant à l'hydrogène organique, son dosage ne paraît guère possible, à cause de la dose d'eau considérable que retiennent les terres séchées à 100°, température qu'il ne serait pas prudent de dépasser pour ne pas altérer la matière organique. Cependant j'ai pris soin, dans tous les cas, de doser l'eau fournie par la combustion.

» Le dosage même du carbone offre une difficulté spéciale, tenant à la présence des carbonates, des carbonates de chaux et de magnésie en particulier, dans les terres arables et dans les sables argileux; carbonates qui se décomposeraient en partie pendant la combustion. Il est donc indispensable de décomposer au préalable les carbonates au moyen d'un acide étendu, opération qui n'est pas sans introduire quelque complication. On emploie un excès d'un acide, nécessairement minéral et volatil : ce qui nous limite à l'acide chlorhydrique. On dose l'acide carbonique dégagé, en faisant bouillir la masse un instant à 100°, dans un courant d'air (privé d'acide carbonique), puis en faisant passer les gaz à travers un appareil dessiccateur à acide sulfurique, suivi d'un tube de Liebig à boules et d'un tube à potasse solide.

» Cela fait, on lave la terre par décantation, jusqu'à absence de chlorures; on sèche au bain-marie, et l'on introduit dans le tube à combustion.

» En suivant cette marche, on obtient le carbone organique des composés insolubles dans l'eau et dans l'acide chlorhydrique étendu. Mais une autre portion disparaît dans les eaux de lavage.

» Pour obtenir celle-ci, j'ai employé l'artifice suivant : la dose des carbonates étant connue par les dosages précédents, dose très faible, on calcule la quantité d'acide chlorhydrique étendu, nécessaire pour les décomposer, et on la verse sur le sable, avec un petit excès d'acide. On dessèche le tout au bain-marie : ce qui détruit les carbonates; puis on dose le

carbone dans le résidu, par combustion. Seulement, dans ce dosage, il faut avoir soin d'ajouter une colonne de cuivre métallique en avant du tube à ponce sulfurique, afin d'arrêter le chlore qui pourrait être fourni par la décomposition des chlorures.

» On obtient ainsi le carbone organique total. On a, d'autre part, le carbone des composés insolubles : la différence donne le carbone soluble. Enfin le dosage de l'azote organique, effectué sur les mêmes terres, fournit un dernier terme de comparaison.

» Voici les résultats des analyses de ce genre, effectuées sur certains échantillons des sols argileux employés dans mes expériences sur l'absorption de l'azote. Les nombres sont rapportés à 1kg de matière séchée à 100° :

	Carbone organique				
		des composés			Acide carbonique
	total.	insolubles.	solubles.	Azote organique.	des carbonates.
	gr				
Sable argileux, n° 1....	0,819	0,638	0,181	0,093	0,020
» autre échantillon, traité différemment....	1,908	0,704	1,204	0,094	0,081
Sable argileux, n° 2....	1,784	1,244	0,540	0,141	0,878
» autre échantillon, traité différemment....	1,908	0,852	0,328	0,139	0,328
Kaolin, n° 1..........	0,916	0,233	0,683	0,025	0,133
» autre échantillon, traité différemment.....	1,171	0,214	0,957	0,024	0,219
Kaolin, n° 2..........	0,563	0,361	0,202	0,067	0,068
» autre échantillon, traité différemment.....	1,209	0,630	0,579	0,065	0,101

» Il résulte de ces analyses que 1kg des divers sols qui fixent l'azote contenait, vers la fin des expériences, de 1gr à 2gr de matière organique (en ajoutant l'oxygène), constitutive des êtres qui ont opéré cette fixation.

» La proportion relative du carbone sous forme soluble au carbone sous forme insoluble a varié suivant des circonstances inconnues ; peut-être dépendant en partie des procédés analytiques.

» Pour comparer le carbone organique à l'azote, il convient de se rappeler que la proportion en poids de l'azote des principes albuminoïdes à celle de leur carbone est à peu près comme $1 : 3\frac{1}{2}$. Les albuminoïdes renfermeraient, dès lors, dans les sables argileux et dans le kaolin n° 2, une proportion de carbone comprise entre 2 et 4 dixièmes du total ; dans le kaolin n° 1, le plus pauvre en azote, 1 dixième seulement. Cette dernière proportion est de l'ordre de celles que l'on observe dans les tissus végétaux ;

mais les autres sont intermédiaires entre la composition moyenne des tissus animaux et celle des tissus végétaux. Enfin le carbone des albuminoïdes, comparé au carbone des composés insolubles, en forme une fraction voisine de la moitié ou du tiers dans la plupart des cas; tandis que sa proportion, comparée à celle du carbone des composés solubles, varie bien davantage : ceci semblerait indiquer que les composés azotés feraient surtout partie des principes rendus insolubles par la chaleur ou les acides; c'est-à-dire des albuminoïdes; tandis que les composés carbonés solubles seraient formés surtout par des hydrates de carbone, solubles par eux-mêmes ou avec le concours de l'acide chlorhydrique. J'indique avec réserve ces rapprochements; ils offrent un certain intérêt, comme fournissant une première caractéristique de ces organismes singuliers, qui possèdent la propriété de fixer l'azote atmosphérique. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Observations relatives à la proportion et au dosage de l'ammoniaque dans le sol;* par MM. **Berthelot** et **André**.

« Dans le cours des expériences que nous poursuivons depuis quatre ans, à la station de Chimie végétale de Meudon, sur la marche générale de la végétation et sur la formation des composés azotés, tant dans les plantes que dans le sol, nous avons eu occasion de faire certaines observations sur les procédés employés pour le dosage de l'ammoniaque et des composés amidés : remarques qu'il peut être utile de faire connaître.

» Soit d'abord l'ammoniaque contenue dans le sol, ammoniaque qu'il est essentiel de doser pour l'étude des échanges atmosphériques. Ce dosage s'effectue, comme on sait, par le procédé Schlœsing; on mêle un poids connu de la terre étudiée avec une solution concentrée de soude, soit à chaud, soit et mieux à froid, avec le concours de l'acide sulfurique titré, dont on détermine la perte au bout de vingt-quatre, ou mieux de quarante-huit heures. Les résultats de l'analyse doivent, dans tous les cas, être rapportés à la terre sèche, c'est-à-dire desséchée à 100° : une température plus élevée pouvant altérer les matières organiques du sol.

» Un certain nombre d'expérimentateurs effectuent cette dessiccation à l'avance et dosent l'ammoniaque sur la terre ainsi desséchée. C'est là une marche fort inexacte. D'après nos dosages, on est exposé ainsi à perdre une proportion d'ammoniaque, variable suivant la durée de la dessiccation et la constitution chimique du sol, mais qui s'élève parfois à la moitié, aux trois quarts, et au delà de l'ammoniaque contenue dans le sol.

» Voici quelques chiffres rapportés à 1^{kg} de terre sèche. On opérait sur

25^{gr} à 50^{gr} de matière; la limite d'erreur des dosages étant de $\frac{1}{50}$ de milligramme pour ce poids, soit un demi pour 1^{kg} de terre :

Azote ammoniacal.

		gr	Perte.
Sable jaune argileux	après dessiccation à 100°	0,00198	0,00472
	dessiccation dans le vide à froid	0,00670	
Sable stérilisé à 100°, gardé en vase clos pendant trois mois	séché à 100°	0,00406	0,00304
	séché dans le vide froid	0,00710	
Sable chauffé à 130°, puis mouillé, additionné d'un dixième de sable frais et abandonné à l'air libre pendant trois mois	séché à 100°	0,00713	0,00341
	séché dans le vide froid	0,01054	
Kaolin	séché à 100°	0,00477	0,00270
	séché dans le vide froid	0,00747	

» Il est inutile de multiplier ces exemples : ils montrent que la dessiccation de la terre à 100° fausse les dosages d'ammoniaque.

» Non seulement il en est ainsi de la dessiccation à 100°; mais la dessiccation des terres, même à froid et dans le vide, peut donner lieu, dans certains cas, à des pertes d'ammoniaque. C'est ce qui résulte des chiffres suivants (azote ammoniacal et 1^{kg} de terre supposée sèche) :

		gr	Perte.
Sable argileux renfermant 2,07 centièmes d'eau	Sans aucun traitement	0,00720	0,0042
Sable argileux renfermant 2,07 centièmes d'eau	Après 15^h dans le vide à froid au-dessus de l'acide sulfur.	0,00303	
Autre renfermant 7,1 centièmes d'eau	Sans traitement	0,00457	0,00062
	15^h vide froid	0,00395	
Kaolin renfermant 5,06 eau	Sans traitement	0,00147	0,00016
	15^h vide froid	0,00131	
Autre renfermant 6,06 eau	Sans traitement	0,0060	−0,0001
	15^h vide	0,0061	
Terre végétale (potager, tamisée grossièrement), 8,07 eau	Sans traitement	0,0778	0,0123
	Vide froid	0,0635	
Terre végétale (terrasse, tamisée grossièrement), 8,25 eau	Sans traitement	0,11825	0,0267
	Vide froid	0,09155	

» On voit que les pertes d'ammoniaque pendant la dessiccation, même à froid, sont notables, surtout avec la terre végétale. Au contraire, avec les kaolins, elles n'ont pas dépassé la limite des erreurs d'expériences.

» Il résulte d'abord de ces observations que non seulement le dosage de

l'ammoniaque contenue dans les terrains doit être effectué par la soude à froid, comme on le sait déjà; mais en outre que l'on ne doit opérer aucune dessiccation préalable sur la terre. L'eau doit être dosée à part, sur un autre échantillon, distinct de celui qui sert aux dosages d'ammoniaque.

» A un autre point de vue, il est permis d'en conclure que les sols mouillés par la pluie ou par l'arrosage tendent continuellement à perdre de l'ammoniaque, pendant leur dessiccation spontanée au contact de l'air. Ils n'ont donc pas une propriété absorbante spécifique vis-à-vis de l'ammoniaque disséminée dans l'atmosphère; du moins une propriété comparable à l'action de l'acide sulfurique, et telle que la tension de l'ammoniaque atmosphérique soit annulée par l'effet du contact de l'air avec le sol. Tout au plus pourrait-on admettre, dans ces conditions, entre l'ammoniaque de l'air et celle du sol, un certain équilibre mobile, analogue à celui des dissociations. C'est ce que confirment les observations suivantes.

» Examinons la condition chimique qui détermine les pertes d'ammoniaque émises par un sol humide. Elle est facile à préciser, d'après les expériences thermochimiques faites par l'un de nous, il y a quatorze ans, sur les doubles décompositions qui s'opèrent au sein des dissolutions entre les sels ammoniacaux et les carbonates alcalins (1) : ceux-ci se transforment aussitôt dans les liqueurs, en totalité ou sensiblement, en carbonate d'ammoniaque. La même réaction a été constatée à froid avec le carbonate de chaux. Elle commence aussitôt; mais sa durée dépend des conditions du contact. Il en résulte que, dans tout sol qui renferme du carbonate de chaux, les sels ammoniacaux tendent à se changer en carbonate d'ammoniaque. Or, ce dernier sel étant décomposé partiellement dans ses dissolutions (2), d'après les mesures de M. Berthelot, il en résulte une mise en liberté continue de l'ammoniaque, qui se diffuse à mesure dans l'atmosphère superposée. De là la perte éprouvée par un sol, qui renferme à la fois des sels ammoniacaux et des carbonates terreux. En l'absence de cet excès, la perte n'a plus lieu d'une manière sensible et ce résultat explique l'absence de déperdition d'ammoniaque observée sur les kaolins.

» En résumé, 1° les dosages d'ammoniaque dans le sol doivent être effectués sans aucune dessiccation; 2° la terre arable humectée tend à émettre continuellement dans l'atmosphère l'ammoniaque des sels ammoniacaux qui y sont contenus. »

---

(1) *Essai de Méc. chim.*, t. II, p. 712, 717, 718. — Publié d'abord en 1872.

(2) Même Ouvrage, t. II, p. 234.

CHIMIE. — *Sur les matières azotées contenues dans l'eau de pluie*; par MM. **Berthelot** et **André**.

« On sait quelle est l'importance des apports de matières azotées faits au sol par les eaux météoriques: mais le dosage exact et complet de ces apports offre des difficultés toutes spéciales.

» En général, on se borne à doser l'azote de l'ammoniaque, qui se trouve dans les eaux météoriques sous forme libre ou combinée, ainsi que l'azote de l'acide azotique, dont la proportion est beaucoup plus faible. Mais il y existe en outre des matières azotées non volatiles, dérivant des poussières et corpuscules de l'atmosphère et dont la proportion apporte parfois une dose d'azote comparable à celle des sels ammoniacaux.

» Nous avons constaté ce fait à diverses reprises. Pour s'en assurer, on commence par filtrer l'eau de pluie, en recueillant avec soin les matières insolubles, puis on la fait bouillir avec un lait de chaux, et l'on recueille l'ammoniaque au moyen de l'eau acidulée, pour la doser, suivant le procédé classique de M. Boussingault. L'opération terminée, on filtre, on évapore à sec au bain-marie et l'on dose l'azote dans le résidu fixe, au moyen de la chaux sodée. On obtient ainsi une nouvelle dose d'ammoniaque, résultant de la décomposition des matières azotées solubles.

» D'autre part, on introduit dans un tube à chaux sodée le filtre chargé des poussières insolubles : d'où une quatrième dose d'azote.

» Observons encore que l'analyse des eaux de pluie doit être faite aussitôt après leur chute et sans laisser l'eau séjourner, même quelques heures, dans l'udomètre, ni surtout s'y accumuler pendant des mois. Autrement, on s'expose à ce que le développement des êtres vivants, provenant des germes de l'air, transforme l'ammoniaque et l'acide azotique.

» En résumé, quatre dosages d'azote dans l'eau de pluie sont indispensables si l'on veut connaître exactement les apports de l'atmosphère, sous forme d'eaux météoriques. Il est clair, d'ailleurs, que les deux derniers apports sont surtout notables dans les chutes d'eau de courte durée et dans les chutes de neige; une chute de pluie un peu prolongée ne tarderait pas à faire disparaître les corpuscules flottant dans l'atmosphère. Mais ceux-ci n'en jouent pas moins un rôle sensible dans la fécondation du sol. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur les mouvements des météorites dans l'air.* Note de M. **Favé**.

« M. Daubrée, notre confrère, a fait hommage à l'Académie d'une brochure intitulée : *Les météorites et la constitution du globe terrestre,* dans laquelle il a résumé les belles conséquences de ses importants travaux.

» Je me propose d'insister sur des considérations secondaires qui n'ont été qu'indiquées par lui. Je prendrai mon point d'appui sur des résultats de la balistique expérimentale.

» Lorsqu'un projectile sphérique est lancé dans l'air, il le comprime à l'avant et le raréfie à l'arrière. Si les forces retardatrices qui en résultent avaient leur résultante passant par le centre de gravité, de même que les forces impulsives, la vitesse serait ralentie sans qu'aucune cause tendît à faire sortir le mobile d'un plan vertical. Mais les efforts faits dans toutes les artilleries pendant plusieurs siècles se sont butés à cet inconvénient que la force retardatrice ne passant pas exactement par le centre de gravité produit un couple qui engendre un mouvement de rotation. La rotation s'exerce autour d'un axe variable, de telle sorte que souvent le même projectile passe d'un côté à l'autre du plan de tir. La régularité du mouvement des projectiles a trouvé là un obstacle insurmontable, et les armes portatives, comme les canons, ont dû en arriver à imprimer aux projectiles des mouvements de rotation réguliers autour d'axes fixes.

» Une météorite entre dans notre atmosphère avec une vitesse de translation qui est au moins trente fois celle d'un boulet de canon; elle a une densité moindre et une forme irrégulière; nous ne pouvons donc pas douter que la résistance de l'air lui imprimera un mouvement de rotation très rapide autour d'un axe qui changera incessamment. La grande vitesse de translation ayant pour effet de comprimer l'air à l'avant, au point de la rendre lumineuse, la rotation fera passer très promptement une partie de la surface d'une pression très forte à une pression nulle, ce qui produira l'effet brisant d'un choc. Supposons la météorite partagée en deux morceaux, l'air comprimé à l'avant passant par l'ouverture fera détonation et les deux morceaux, quelque peu déviés, commenceront à suivre deux trajectoires différentes. Chacun d'eux prendra, comme la météorite primitive, un mouvement de rotation autour d'un axe variable, et de nouvelles brisures devront se faire tant que la vitesse de translation demeurera assez

grande pour produire à l'avant des pressions très fortes. Les éclats, quel qu'en soit le nombre, se sépareront non seulement par suite des mouvements de rotation, mais parce que leurs vitesses de translation deviendront différentes, les petits en perdant, toutes choses égales d'ailleurs, plus que les gros; ainsi les gros iront tomber plus loin.

» Le mouvement de rotation que prennent inévitablement tous les éclats petits et gros explique pourquoi les arêtes recouvertes, comme le reste de la surface, d'une écorce noire et frittée, sont toujours émoussées. Il explique aussi les poussières qui se voient parfois sur le parcours d'une météorite; car si elle est, soit d'une matière friable, soit d'une matière qui devienne friable par la chaleur ou par la combinaison avec l'oxygène, le frottement de l'air comprimé en détachera de nombreuses parcelles. Ces poussières sont animées du mouvement de translation de la météorite, mais leur ténuité donne tant de prise à la résistance de l'air qu'elles restent en arrière et semblent immobiles.

» Enfin, c'est encore le mouvement de rotation des météorites qui explique les cupules ou coups de pouce qui sont à la surface. L'effet du creusement se produit là où, sous l'action de la pression et de la chaleur, la matière devient plus compressible, plus fusible ou plus friable que dans les parties voisines. La détente qui se fait quand la cupule passe de l'avant à l'arrière enlève les parties comprimées quand elles sont devenues friables ou fusibles, et le creux augmente dans une série d'alternatives de compression et de dépression. Le tir prolongé des canons engendre un effet analogue à ces cupules sur les parois de l'âme qui enveloppent la charge; les cavités qui s'y forment ont, dans les canons en bronze, un effet particulièrement remarquable, car l'étain, plus fusible que le cuivre, est enlevé de l'alliage. »

Discours prononcé par M. **Chatin**, *à Montdidier, à l'occasion des fêtes du centenaire de Parmentier.*

« Messieurs,

» Permettez que ma première parole soit une parole de gratitude pour le Comité d'organisation de cette belle fête et pour la Municipalité, à qui rien n'a coûté pour assurer le succès du centenaire destiné à honorer la mémoire d'un grand homme de bien, enfant de Montdidier.

» Parmentier vécut de 1737 à 1813, traversant ainsi la grande période

de la Révolution et prenant part, comme pharmacien militaire, à toutes les guerres de la seconde moitié du XVIII[e] siècle; sa carrière, qui commence à l'armée de Hanovre, se continue au milieu des immortelles campagnes de la République.

» Les exigences d'un service si glorieusement rempli, les vicissitudes et les péripéties d'une existence aussi mouvementée (dans la seule guerre de Hanovre, il fut fait cinq fois prisonnier et complètement dépouillé) semblaient interdire la moindre recherche scientifique; tout autre ne l'eût même pas tenté. Mais c'est le propre des âmes fortement trempées, des esprits d'élite, de s'asservir les circonstances et de n'être pas asservis par elles : loin de se décourager, loin de se laisser abattre par les infortunes que les hasards de la guerre multiplient autour de lui, Parmentier ne cesse d'y puiser une énergie nouvelle. Témoin des souffrances du soldat dont il partage la misère et les dangers, il s'efforce de lui venir en aide, et, pour améliorer le premier de ses aliments, le pain de munition, il réalise dans la mouture de tels progrès que l'art du boulanger s'en trouve complètement transformé. Pendant sa captivité en Allemagne, il ne se borne pas à entreprendre des études chimiques qui provoquent l'admiration de Meyer, mais s'applique à réunir toutes les observations, tous les faits capables d'établir d'une façon irréfragable les propriétés alimentaires de la pomme de terre que d'injustes préventions frappaient en France d'une proscription à peu près absolue. Il s'efforce de dissiper ces vaines terreurs; il a le bonheur d'y parvenir et réhabilite définitivement cette plante, précieuse entre toutes, à laquelle le sentiment populaire décerna le nom de *Parmentière :* naïf et touchant hommage que la modestie de ce grand homme de bien empêcha seule de se perpétuer comme il l'eût mérité.

» On ne manquera pas de rappeler, avec les éloges qui leur sont dus, les recherches relatives au maïs, aux végétaux nourrissants qui, dans tous les temps de disette, peuvent remplacer les aliments ordinaires, à la conservation des grains et farines, à la préparation des sirops, des vinaigres et des salaisons, à la composition du lait chez les divers mammifères, etc. Je préfère m'attacher à mettre en lumière la tendance qui domine l'œuvre de Parmentier : un ardent amour de l'humanité, un esprit scientifique des plus élevés, telle est sa caractéristique; on n'en saurait souhaiter de plus enviable et, sans esquisser un parallèle souvent tracé, on ne peut s'empêcher de placer Parmentier auprès de son contemporain et confrère Vauquelin. Tous deux appartenaient au même corps, et, si les travaux de Vauquelin n'eurent pas tout d'abord une notoriété aussi universelle, ils n'en

demeurent pas moins des plus remarquables pour leur temps. La postérité a d'ailleurs tenu à confondre dans un impartial hommage ces deux rivaux, ou plutôt ces deux émules, dont les statues s'élèvent aujourd'hui, fraternellement rapprochées, dans la cour d'honneur de l'un de nos plus beaux palais universitaires, l'École de Pharmacie de Paris.

» Veuillez, Messieurs, permettre à celui qui fut à la peine de revendiquer devant les compatriotes et les admirateurs de Parmentier l'honneur d'avoir été le promoteur de ces monuments, dont le bronze sera moins durable que le souvenir des hommes auxquels ils sont consacrés.

» Je me reprocherais de retarder plus longtemps le moment où des voix éloquentes vont exposer en détail les travaux et les mérites de Parmentier; cependant je ne puis m'empêcher, en terminant, de faire remarquer que, parmi les titres si nombreux qu'il possède à notre admiration et à notre reconnaissance, il en est un qui ajoute encore à l'importance de son œuvre scientifique et humanitaire : Parmentier fut un initiateur et un initiateur de génie; c'est en suivant la voie par lui brillamment ouverte que d'éminents expérimentateurs, Payen, Peligot, Boussingault ont créé la Chimie agricole et jeté les bases scientifiques de l'hygiène alimentaire, se montrant ainsi les dignes successeurs de Parmentier dans la Section d'Économie rurale de l'Académie des Sciences.

» Honneur donc à l'agronome sagace entre tous, au bienfaiteur de l'humanité, au savant modeste et consciencieux qui peut être regardé comme un chef d'école! honneur à Montdidier et à la Picardie dont Parmentier fut l'un des meilleurs et des plus illustres enfants! honneur au Gouvernement dont la haute et constante sollicitude, toujours acquise aux grandes causes, s'affirme encore solennellement aujourd'hui! Trois Ministres (les Ministres de l'Instruction publique, de l'Agriculture, de la Guerre) ont tenu à rehausser de leur présence l'éclat de cette fête où nous célébrons une de nos plus pures gloires nationales; qu'ils reçoivent ici l'expression de notre profonde gratitude; qu'ils me permettent de les remercier, au nom de l'Institut de France, d'avoir bien voulu s'associer à l'hommage que nous rendons au savant et au patriote que la reconnaissance publique a depuis longtemps placé dans la phalange petite, mais glorieuse, des grands Français. »

MÉMOIRES LUS.

MÉTÉOROLOGIE. — *Observations faites à Montpellier avec l'actinomètre enregistreur*. Note de M. **A. Crova**.

« Dans une précédente Communication ([1]), j'ai décrit l'enregistreur actinométrique et donné quelques résultats relatifs aux journées d'été.

» Depuis cette époque, l'enregistreur a régulièrement fonctionné à l'observatoire de l'École d'Agriculture, toutes les fois que l'état du ciel l'a permis; quelques modifications, dont un usage journalier m'a indiqué la nécessité, ont été apportées à l'instrument. Voici les premiers résultats de près d'une année d'observations.

» Comme je l'avais montré, l'intensité calorifique des radiations solaires varie continuellement, même par les plus beaux temps, dans des limites assez étendues; de plus, elle atteint chaque jour deux maxima, l'un avant, l'autre après midi, pendant les journées d'été.

» Ces conclusions sont confirmées par l'examen des courbes obtenues jusqu'à ce jour, mais elles doivent être un peu modifiées pour les journées d'hiver :

» 1° Les oscillations des journées d'été (par un ciel très pur et sans nuages *apparents*) sont d'autant plus accentuées que l'atmosphère est plus calme et sa température plus élevée; les deux maxima, avant et après midi, sont assez écartés l'un de l'autre.

» 2° Pendant les journées d'automne, les oscillations diminuent d'amplitude, et les deux maxima se rapprochent de midi.

» 3° Pendant les journées d'hiver, les oscillations persistent, mais leur amplitude diminue encore; les deux maxima tendent de plus en plus à se confondre.

» 4° Enfin, pendant les journées d'hiver où la température est le plus basse, et la masse de vapeur d'eau contenue dans l'air le plus faible, les deux maxima se réunissent en un seul, qui se produit à midi; dans ces conditions, surtout si l'atmosphère est énergiquement brassée par des vents violents, on obtient des courbes horaires presque entièrement symétriques par rapport à l'ordonnée de midi.

([1]) *Comptes rendus*, t. CI, p. 418.

» J'ai insisté, dans de précédentes Communications, sur l'extrême rareté des journées symétriques ; l'enregistreur permet de les saisir quand elles se présentent et d'en calculer tous les éléments.

» Il est à remarquer que les variations diurnes, avec leurs oscillations et leurs maxima avant et après midi, sont une image exacte des variations annuelles dont j'ai, à plusieurs reprises, indiqué la marche, avec leurs oscillations propres et leurs deux maxima avant et après le solstice d'été. La théorie de ces deux sortes de variations est à peu près identique.

» Comme exemple, je donne les résultats des deux journées du 8 et du 11 mars 1886, qui sont symétriques; la signification de ces courbes est complétée par les indications des divers enregistreurs qui fonctionnent régulièrement dans notre observatoire.

» Les courbes ont été tracées en construisant l'enveloppe des points supérieurs de retour, c'est-à-dire des sommets des sinuosités de la courbe enregistrée; cette méthode, que j'ai employée dans des travaux antérieurs, est justifiée par cette considération que *toutes* les causes perturbatrices qui influent sur la radiation tendent à en diminuer l'intensité, mais jamais à l'augmenter. Cette remarque a été faite avec une grande autorité scientifique par M. Langley (¹), dans ses observations faites avec son bolomètre dans toute l'étendue du spectre. L'observation de chaque jour m'a conduit à assimiler les sinuosités des courbes enregistrées par un ciel pur à celles qui sont dues au passage des nuages devant le Soleil; dans le premier cas, les nuages sont invisibles à notre œil, dont la sensibilité est très affaiblie par la vive lumière diffusée par l'atmosphère; en photographiant un ciel très pur en apparence, avec une durée très courte de pose et un développement lent, nous avons obtenu, dans des régions où l'œil accusait une pureté parfaite, des photographies de cirrho-stratus très déliés; il est très probable qu'il en est presque toujours de même, et que la teinte souvent laiteuse du ciel est due à des nuages que l'œil ne voit pas, mais que la photographie et l'actinomètre enregistrent.

Journée du 8 *mars* 1886.

» Températures : maxima, 10,0; minima, — 1,0; minima au niveau du sol, — 4,0; pas de rosée.

(¹) *Researches on solar heat and its absorption by the Earth's atmosphere. — A report of the Mount Whitney Expedition.* Washington, 1884.

» Baromètre à midi, $756^{mm},0$; évaporation en vingt-quatre heures, $4^{mm},7$.

» État hygrométrique : 0,50 à minuit; 0,20 à 5^h soir; 0,48 à minuit.

» Vent : vitesse variable de 2^m le matin à un maximum de 18^m à midi; direction nord-est toute la journée.

Journée du 11 *mars* 1886.

» Températures : maxima, 11,5; minima, —1,0; minima au niveau du sol, —3,0; rosée le matin.

» Baromètre à midi, $758^{mm},5$; évaporation en vingt-quatre heures, $2^{mm},0$.

» État hygrométrique : 0,80 à minuit; 0,45 à 4^h soir; 0,78 à 8^h soir.

» Vent : vitesse variable de 2^m le matin à un maximum de 9^m à 11^h30^m du soir; direction, tournant de l'est à l'ouest en passant par le sud.

Angles horaires.	Calories.		Épaisseurs atmosphériques.	Calories.		Transmissibilité.	
	8 mars.	11 mars.		8 mars.	11 mars.	8 mars.	11 mars.
h	c	c		c	c		
0......	1,204	1,027	0......	2,44	2,22	0,434	0,434
1......	1,195	1,011	1......	1,40	1,18	0,752	0,670
2......	1,153	0,959	2......	1,11	0,89	0,850	0,770
3......	1,078	0,859	3......	0,96	0,73	0,892	0,834
4......	0,929	0,690	4......	0,87	0,60	0,916	0,867
5......	0,520	0,423					

» Les calories c et les transmissibilités T sont données en fonction des épaisseurs atmosphériques ε par les formules :

8 *mars*.

$$c = \frac{2,444}{(1+2,6\varepsilon)^{0,385}},\qquad T = e^{\frac{1}{1+2,6\varepsilon}}.$$

11 *mars*.

$$c = \frac{2,222}{(1+1,5\varepsilon)^{0,666}},\qquad T = e^{\frac{1}{1+1,5\varepsilon}}.$$

» Ces deux séries offrent une comparaison intéressante de deux journées symétriques pendant lesquelles, les conditions de température et de pression étant sensiblement les mêmes, la première (8 mars), obtenue par un vent violent et sec, donne des intensités et des transmissibilités considérables, tandis que la seconde (11 mars), obtenue par un vent assez faible, mais humide, donne des intensités et des transmissibilités beaucoup plus faibles.

» Les différences entre le calcul et l'observation sont inférieures à $0^{cal},02$.

» La constante solaire diffère assez peu, malgré les conditions atmosphériques différentes des deux journées; elle est 2,44 pour la première, et 2,22 pour la seconde.

» La démarcation de la valeur exacte de cette constante nécessiterait l'installation d'un enregistreur dans une station de très grande altitude; de semblables études nous donneraient, sur la radiation solaire, des indications continues et d'une très grande valeur. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Desboves** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire sur la résolution, en nombres entiers, des équations biquadratiques.

(Renvoi à la Commission du prix Ponti.)

M. **Sandras** adresse une nouvelle Note sur les moyens à employer pour tendre ou détendre les cordes vocales.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **Ch. Veyher** adresse une Note sur « le mécanisme de l'univers », faisant suite à sa précédente Communication sur les trombes.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un volume de M. *E. Duclaux,* intitulé « Le microbe et la maladie ». (Présenté par M. Pasteur.)

2° Un volume de M. *Ch.-V. Zenger,* intitulé « Die Meteorologie der Sonne und ihres Systemes ».

M. le **Secrétaire perpétuel** signale le numéro de juillet 1885 du « Bullettino » publié par M. le prince *Boncompagni*.

Ce numéro contient un article de M. *Antonio Favaro,* intitulé « Appendice agli Studi intorno alla vita ed alle opere di Prosdocimo de Beldomandi, matematico padovano del secolo xv » ; une Notice sur la vie et les travaux

de François-Joseph Lionnet, par M. *Aristide Marre;* un Catalogue des travaux de François-Joseph Lionnet; etc.

M. **Sebert** prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place actuellement vacante dans la Section de Mécanique.

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

ASTRONOMIE. — *Sur les formules de M.* Lœwy *pour la réduction des circompolaires.* Note de M. **Gruey**.

« M. Lœwy a inauguré la lunette méridienne à grand champ pour observer les étoiles circompolaires aux deux fils micrométriques mobiles d'ascension droite et de déclinaison. Il a donné, en outre, pour la réduction de ces observations une série de formules pratiques importantes. Voici un procédé simple, facile à retenir, pour établir toutes ces formules d'un seul coup, avec leur degré d'exactitude.

» 1. Soient, sur la sphère céleste :

P le pôle du mouvement diurne;
A l'extrémité ouest de l'axe de rotation de la lunette ou le pôle ouest du plan $\alpha\beta$ de collimation nulle;
E', E'' deux positions d'une même étoile circompolaire par rapport à $\alpha\beta$, observées aux époques pendulaires t'_p, t''_p dans la même soirée et pour une même position fixe de la lunette.

» Menons les grands cercles AE', AE'', AP, E'E''γ et prolongeons les trois premiers jusqu'à leur rencontre avec $\alpha\beta$ en e', e'', p.

» L'observation de E' se réduit à faire simultanément aux deux fils mobiles un pointé de E'. Le pointé au fil d'ascension droite donne la grandeur h' de e'E' avec le signe *plus* ou *moins*, suivant que E' est à l'ouest ou à l'est de $\alpha\beta$. Le pointé au fil de déclinaison donne la distance a', sur $\alpha\beta$, de e' à un point I, d'ailleurs arbitraire, répondant à la position initiale de ce fil, distance affectée du signe *plus* ou *moins*, suivant que e' est au nord ou au sud de I. Un double pointé sur E'' donne a'', h'', analogues de a', h'.

» Pour conclure les coordonnées astronomiques de l'étoile, ascension droite $\mathcal{A}$, distance polaire $\mathcal{P}$, de ses coordonnées instrumentales a', h' et a'', h'' mesurées aux époques t'_p et t''_p, considérons le triangle sphérique AE'E'',

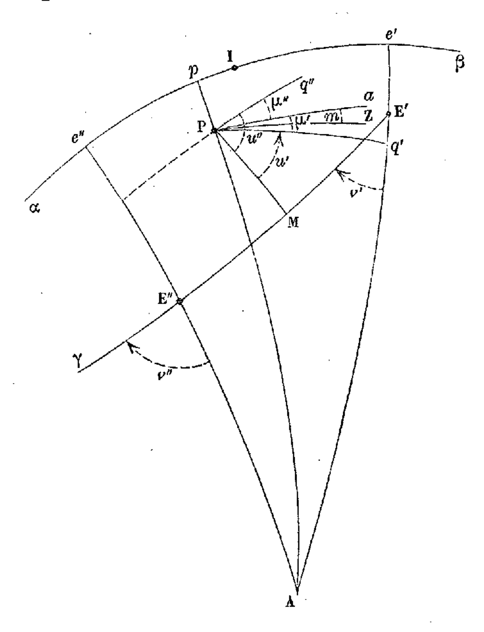
dans lequel nous connaissons

$$AE' = 90^\circ - h', \qquad AE'' = 90^\circ - h'', \qquad \widehat{A} = a'' - a';$$

et nous posons

$$E'E'' = 2\delta, \qquad A\widehat{E'}\gamma = v', \qquad A\widehat{E''}\gamma = v''.$$

» Si nous prenons E′E″ en valeur absolue et comptons positivement les angles AE′γ, AE″γ, à partir de E′A, E″A en tournant autour de E′, E″ dans



le même sens que l'étoile autour de P, ce triangle nous donne δ et v' ou δ et v'' par les formules usuelles

$$\sin 2\delta \sin v' = \sin(a'' - a') \cos h'',$$
$$\sin 2\delta \cos v' = \sin h' \cos h'' - \cos h' \sin h'' \cos(a'' - a')$$

ou

$$\sin 2\delta \sin v'' = \sin(a'' - a') \cos h',$$
$$-\sin 2\delta \cos v'' = \sin h'' \cos h' - \cos h'' \sin h' \cos(a'' - a'),$$

qui nous conduisent à celles-ci :

$$(1) \quad \begin{cases} \sin 2\delta(\sin v' + \sin v'') = 2 \sin(a'' - a') \cos\frac{1}{2}(h'' - h') \cos\frac{1}{2}(h'' + h'), \\ -\sin 2\delta(\cos v' + \cos v'') = 2 \sin(h'' - h') \cos^2\frac{1}{2}(a'' - a'); \end{cases}$$

or $\mathfrak{P}$ est lié intimement à δ et $\mathfrak{A}$ à v', v''.

» 1° Désignons par C'_p, C''_p les corrections de la pendule lorsqu'elle marque t'_p, t''_p, et par 2θ l'angle E'PE'' que bissecte le grand cercle PM perpendiculaire à E'E'', nous avons

$$\begin{aligned} 2\theta &= (t''_p - t'_p) + (C''_p - C'_p), \\ (2) \qquad \sin\delta &= \sin\varphi \sin\theta. \end{aligned}$$

Généralement la marche de la pendule sera assez faible, dans l'intervalle des deux observations, pour qu'on puisse prendre $C'_p = C''_p$ et $2\theta = t''_p - t'_p$.

» 2° Menons le grand cercle Pq' perpendiculaire à AE' et désignons par u' l'angle $M\widehat{P}q'$, dont les côtés sont respectivement perpendiculaires à ceux de v'. La distance φ des sommets P, E' de ces deux angles étant plus petite que $\frac{1}{2}\pi$, v' est développable en u', suivant la série convergente

$$v' = u' + 2\sum \pm \frac{1}{p}\operatorname{tang}^{2p}\tfrac{1}{2}\varphi \cos p(2\theta + u')\sin pu' \quad \begin{matrix} + \\ - \end{matrix}\Big\} p \Big\{ \begin{matrix} \text{pair} \\ \text{impair} \end{matrix},$$

où le signe $\sum$ s'étend à toutes les valeurs entières de p et dont la démonstration peut être donnée, dans un Cours de Trigonométrie, comme un exercice élémentaire. Posons

$$\omega' = 2\sum \pm \frac{1}{p}\operatorname{tang}^{2p}\tfrac{1}{2}\varphi \cos p(2\theta + u')\sin pu',$$

nous aurons

$$v' = u' + \omega'.$$

» Soient Pz le méridien; Pa le grand cercle perpendiculaire en P à AP. Les constantes m, n de la lunette sont représentées, sur la figure, respectivement par l'angle $a\widehat{P}z$ et l'arc Pp pris positivement. Désignons par μ' l'angle des grands cercles Pa, Pq', complément de l'angle en P du triangle rectangle PAq' qui nous le donne par la formule

$$\operatorname{tang}\mu' = \sin n \operatorname{tang}(a' - a_0),$$

où la constante a_0 représente la lecture du fil mobile de déclinaison lorsqu'il est pointé sur le pôle P. Appelons τ l'angle horaire ZPM de l'étoile à l'époque sidérale

$$t = \tfrac{1}{2}(t'_p + C'_p + t''_p + C''_p),$$

à laquelle elle franchit le grand cercle PM. La figure montre que

$$u' + \mu' = \tau + m = t - \mathcal{A} + m;$$

d'où

$$v' = u + \delta' u,$$

en posant

$$u = t + m - \mathcal{A}, \quad \delta' u = \omega' - \mu'.$$

» Si l'on regarde $\mathcal{P}$ comme une petite quantité de premier ordre, ω' est du second ordre; μ' est de l'ordre de $n\mathcal{P}$, c'est-à-dire du second ordre au moins, car n est, en général, beaucoup plus petit que $\mathcal{P}$. On voit que u est une valeur approchée de v' au second ordre près, de u' à cet ordre près au moins, et que

$$\delta' u = -2 \operatorname{tang}^2 \tfrac{1}{2}\mathcal{P} \cos(2\theta + u) \sin u - n(a' - a_0)$$

si l'on néglige le troisième ordre. On verrait de la même manière que

$$v'' = u + \delta'' u,$$

et avec le même degré d'approximation, si l'on pose

$$\delta'' u = -2 \operatorname{tang}^2 \tfrac{1}{2}\mathcal{P} \cos(2\theta + u) \sin u - n(a'' - a_0).$$

» 2. Dans les équations (1), substituons $u + \delta' u$ à v', $u + \delta'' u$ à v''; développons les deux membres en ne conservant que les termes du troisième ordre, nous aurons

$$(3) \quad \sin 2\delta \sin u = (a'' - a') - \alpha, \qquad \sin 2\delta \cos u = -(h'' - h') - \beta$$

avec

$$(4) \quad \begin{cases} \alpha = \frac{1}{2} \sin 2\delta \cos u(\delta' u + \delta'' u) + \frac{1}{6}(a'' - a')^3 + \frac{1}{4}(a'' - a')(h''^2 + h'^2), \\ \beta = \frac{1}{2} \sin 2\delta \sin u(\delta' u + \delta'' u) + \frac{1}{6}(h'' - h')^3 + \frac{1}{4}(h'' - h')(a'' - a')^2. \end{cases}$$

» Les équations (3), si l'on y néglige les quantités du troisième ordre α et β, conduisent instantanément à toutes les formules par lesquelles M. Lœwy calcule $\mathcal{A}$ et $\mathcal{P}$. L'erreur commise sur ces coordonnées résulte d'ailleurs immédiatement des expressions (4) de α, β. Il serait superflu d'entrer ici dans de plus longs détails ou des simplifications pratiques évidentes; mais remarquons cependant que négliger α, β revient à remplacer la sphère céleste, dans la région considérée, par son plan tangent en P; ce qui donne un moyen mnémonique de retrouver rapidement les formules de M. Lœwy. »

ASTRONOMIE. — *Apparence de la comète Fabry en avril* 1886.
Note de M. G. Rayet.

« Le ciel du mois d'avril a été, à Bordeaux au moins, très défavorable aux observations à faire dans la seconde partie de la nuit; cependant j'ai pu observer la comète Fabry les 7, 13 et 21 avril.

» Le 7, la comète avait un noyau central diffus, de 4″ de diamètre, enveloppé dans une zone circulaire brillante d'environ 18″ de diamètre. Le diamètre total de la comète était d'environ 3′, 1 et la queue pouvait avoir une longueur de 15′ d'arc.

» Le 13, l'astre a conservé sensiblement la même forme. Le noyau, un peu plus diffus dans la partie antérieure opposée à la queue, a un diamètre de 7″ environ et se trouve toujours noyé dans la même zone brillante. Le diamètre total de la tête de la comète est de 4′, 8 d'arc.

» Le 21, vers $3^h 45^m$ du matin, la Lune étant encore sur l'horizon et la portion est du ciel commençant à s'éclairer, le noyau est très brillant et légèrement jaunâtre; son diamètre ne semble pas avoir augmenté et il est toujours enveloppé de la même zone brillante, plus brillante vers la partie antérieure de la comète. Cette zone s'ouvre, peut-être, en éventail, et il semble, par instants, que la queue de la comète est creuse.

» Le spectre de la comète se montre, en même temps, formé d'un très long spectre continu, du rouge extrême au violet, répondant à la lumière du noyau, et des trois bandes ordinaires des spectres cométaires. La bande centrale, située dans le vert, est très brillante et très longue; les deux bandes extrêmes sont très faibles.

» L'éclairement du ciel ne m'a pas permis une observation plus complète. »

MÉCANIQUE. — *Sur l'équilibre d'une masse fluide en rotation.*
Note de M. H. Poincaré.

« La Note de M. Matthiessen, insérée aux *Comptes rendus* du 12 avril dernier, appelle de ma part quelques explications. J'ai lu les Mémoires cités, dont je n'avais pas connaissance, et j'ai reconnu que M. Matthiessen avait signalé avant MM. Tait et Thomson l'existence des figures annulaires d'équilibre.

» Je dois toutefois faire observer que la méthode du savant professeur de Rostock ne permet qu'une approximation limitée : elle est, par conséquent, inférieure à celle qu'a employée d'abord Mme de Kowalewski, et que j'ai reprise ensuite.

» Pour mieux faire comprendre la différence des deux méthodes, que l'Académie veuille bien me permettre de signaler une erreur commise par M. Matthiessen et qu'il n'eût guère pu éviter avec les ressources analytiques dont on disposait il y a quinze ans.

» Ce géomètre distingue deux sortes d'anneaux : l'anneau α, dont la section méridienne diffère très peu d'un cercle et où le rayon de la section méridienne est très petit par rapport au rayon de l'équateur (c'est le seul dont je me sois occupé et dont j'aie démontré l'existence), et l'anneau β, dont l'épaisseur est très petite par rapport au rayon de l'équateur, pendant que le rayon intérieur de l'équateur est très petit par rapport au rayon extérieur.

» M. Matthiessen suppose que la section méridienne de l'anneau β diffère très peu d'une ellipse très aplatie. Or on peut démontrer que l'anneau β, à supposer qu'il existe, a une section méridienne très différente de l'ellipse; car le maximum de l'épaisseur, loin de se trouver au milieu de la largeur de l'anneau, se trouve, au contraire, tout près du bord extérieur.

» M. Matthiessen dit également avoir signalé avant moi les déformations que subissent les ellipsoïdes par condensation ou expansion. Cela pourrait faire croire qu'il connaissait les figures d'équilibre qui font l'objet de mon dernier Mémoire (*Acta mathematica*, t. VII, p. 3-4). Il n'en est rien. M. Matthiessen a seulement classé les figures qu'il connaissait (ellipsoïdes et anneaux), en cherchant celles qui correspondaient aux différentes valeurs du moment de rotation; mais il ne s'est pas préoccupé de leur stabilité. Il n'a donc nullement montré comment se comporterait une masse fluide qui se condenserait en restant homogène, puisqu'une pareille masse ne pourrait prendre que des formes stables. Il ne pouvait d'ailleurs le faire, puisqu'une des figures que prendrait cette masse en se condensant ne lui était pas connue.

» Je profiterai de l'occasion pour signaler un Mémoire de M. Liapounoff, de Kazan, publié en 1884, et où le géomètre russe m'a devancé sur quelques points. Absolument ignorant de la langue russe, je ne connais encore ce travail que par une analyse qu'en a donnée récemment M. Radau dans le *Bulletin astronomique*. Je ne puis donc que renvoyer à cette analyse, mais

je me réserve de revenir plus tard sur ce sujet, si l'Académie veut bien le permettre. »

PHYSIQUE. — *Sur le pouvoir rotatoire magnétique dans les corps cristallisés.* Note de M. **Chauvin**, présentée par M. Lippmann.

« Faraday, en 1845, ayant trouvé le pouvoir rotatoire de certains corps placés dans un champ magnétique, soumit à l'expérience un très grand nombre de substances. Il en trouva beaucoup d'inactives; en particulier, tous les cristaux biréfringents.

» Depuis lors, quelques-uns ont été reconnus actifs. M. Edm. Becquerel trouva la rotation magnétique dans le quartz et dans quelques échantillons de béryl et de tourmaline. Bertin confirma la propriété rotatoire magnétique du quartz. Lütdge (¹) montra qu'il possédait aussi la rotation magnétique dans des directions inclinées sur l'axe, sans faire toutefois de mesures sur la valeur de cette rotation pour les différentes inclinaisons, ni pour diverses valeurs du champ magnétique.

» En somme, un grand nombre de cristaux sont encore considérés comme inactifs, et pour aucun une mesure complète du phénomène n'a été faite. C'est cette lacune qui m'a conduit aux recherches dont je donne ici les premiers résultats.

» J'ai expérimenté sur le corps qui, suivant Wertheim, à cause de sa grande biréfringence, semblait devoir le moins manifester la propriété rotatoire magnétique et sur lequel, en effet, elle n'avait jamais été observée : le spath d'Islande. Je me suis proposé d'adapter à l'étude des cristaux la méthode du saccharimètre à pénombre. La lumière qui arrive sur le cristal doit être polarisée rectilignement dans un plan unique, ce qui oblige à reporter la lame demi-onde vers l'analyseur. En traversant le spath sous différentes incidences, elle doit rester rectiligne et donner un champ uniforme, noir à l'extinction, de la plus grande étendue possible. On doit donc observer sur l'une des branches de la croix, considérablement élargie par l'emploi d'un faisceau lumineux fourni par un collimateur dont la fente très étroite est parallèle à la branche qu'on veut élargir. La nécessité d'une fente très étroite conduit à faire usage de la lumière Drummond, rendue sensiblement homogène par une dissolution de bichromate de potasse et de sulfate de nickel.

(¹) *Pogg. Ann.*, t. CXXXVII, p. 271-289.

» L'analyseur est celui du saccharimètre Laurent, avec son cercle divisé et sa lunette de Galilée : il est monté sur un pied isolé. La lame demi-onde est placée près du nicol et entraînée avec lui; elle porte un diaphragme circulaire de 3^mm de diamètre, sur lequel on vise au moyen de la lunette de Galilée.

» Les différentes pièces de l'appareil sont donc : la source de lumière Drummond rendue homogène, le collimateur dont la fente est horizontale, le polariseur, l'électro-aimant de Ruhmkorff, entre les pôles duquel est placé le cristal, enfin l'analyseur. Le cristal, fixé sur un théodolite à la place de la lunette, peut tourner autour d'un axe horizontal, ce qui permet de lui donner une inclinaison quelconque.

» Le polariseur et l'analyseur étant à l'extinction, l'une des branches de la croix reste horizontale, lorsqu'on fait tourner le cristal autour de l'axe vertical du théodolite. On met alors la lame demi-onde en place, et on l'oriente de manière que le champ lumineux soit uniforme. Enfin on tourne l'analyseur d'un petit angle par rapport à l'axe de la lame demi-onde. C'est cet angle qui règle la sensibilité des observations.

» Voici quelques résultats obtenus par cette méthode. J'ai mesuré les rotations relatives aux deux sens du courant : elles n'ont présenté que des différences qui sont de l'ordre des erreurs d'expériences.

» Les nombres inscrits ci-dessous donnent la moyenne des rotations obtenues à droite et à gauche, à égale distance de l'axe. Ils sont relatifs à un spath de 36^mm d'épaisseur.

Inclinaison du spath sur l'axe.	Valeur de la rotation simple. Courant de 5 bunsens plats.		Courant de 10 bunsens plats.	
	1er sens.	2e sens.	1er sens.	2e sens.
′	° ′	° ′	° ′	° ′
0........	1.46	1.44	2.14	2.16
5........	1.40	1.40	2. 8	2.10
15........	1.25	1.23	1.43	1.45
25........	1. 5	1. 7	1. 3	1. 2
35........	0.25	0.24	0.30	0.33

» Au delà, je n'ai constaté aucune rotation appréciable.

» Je me propose d'étendre ces mesures à différentes valeurs du champ magnétique. Je me propose aussi de soumettre à l'expérience plusieurs autres cristaux, en particulier le quartz; enfin d'appliquer la même méthode au verre comprimé, que je compte étudier non seulement dans le

sens perpendiculaire à la compression, mais encore dans des directions inclinées [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de la potasse alcoolique sur l'urée, la sulfo-urée et quelques urées substituées. Réaction inverse de celle de Wœhler.* Note de M. **Alb. Haller**, présentée par M. Berthelot.

« On sait que les uréthanes peuvent être considérées comme les éthers de l'acide carbamique (première amide carbonique), tandis que l'urée est envisagée comme la diamide carbonique. On sait aussi que, sous l'influence de la potasse en solution aqueuse, les uréthanes et les urées se comportent comme des amides, et se scindent en acide carbonique et ammoniaque ou dérivés de l'ammoniaque. Or, dans mes études sur la campholuréthane [2], j'ai remarqué que celle-ci, chauffée avec la quantité théorique d'une solution alcoolique de potasse, se dédouble en cyanate de potasse et camphol, suivant l'équation

$$CO\left\langle\begin{matrix}AzH^2\\OC^{10}H^{17}\end{matrix}\right. + KHO = COAzK + C^{10}H^{18}O + H^2O.$$

» Cette réaction n'appartient pas exclusivement à la campholuréthane. En effet, M. Arth [3] l'a généralisée et a démontré que toutes les uréthanes étudiées par lui possédaient cette propriété.

» Cette manière de se comporter des éthers carbamiques m'a suggéré l'idée d'étudier l'action de la potasse en solution alcoolique sur l'urée, la sulfo-urée et quelques urées substituées. Pour ces recherches, j'ai opéré de la façon suivante : on a chauffé dans des tubes fermés, au bain-marie et pendant douze heures, des poids d'urée ou d'urées substituées variant de 2^{gr} à $2^{gr},50$, avec les quantités théoriques de potasse et 20^{gr} d'alcool absolu. Les cristaux de cyanate de potasse qui tapissaient les parois du tube après refroidissement ont été caractérisés par un dosage de potasse et en les transformant de nouveau en urée. On a pris le point de fusion de

---

(1) Expériences faites au laboratoire de Physique de la Faculté des Sciences de Toulouse.

(2) *Comptes rendus*, t. XCII, p. 1511, et t. XCIV, p. 869.

(3) Voir la Note suivante de M. Arth, p. 977.

celle-ci et on l'a essayée avec les solutions d'azotate mercurique et d'hypobromite de soude.

» Quant au liquide qui baignait les cristaux de cyanate, on l'a distillé, et le produit de la distillation a été recueilli dans de l'eau acidulée par de l'acide chlorhydrique. La solution chlorhydrique concentrée fut additionnée de chlorure de platine, et le chloroplatinate obtenu, analysé.

» *Urée.* — Les essais ont porté sur de l'urée naturelle et sur de l'urée artificielle préparée par le procédé Wœhler. Les résultats ont été les mêmes avec les deux produits. Dans le milieu alcool, l'urée se dédouble sous l'influence de la potasse en cyanate de potasse, ammoniaque et eau

$$COAz^2H^4 + KHO = COAzK + AzH^3 + H^2O.$$

» La réaction est assez nette pour que, dans une opération, $2^{gr},50$ d'urée aient fourni $2^{gr},50$ de cyanate mélangé de petites quantités de carbonate de potasse, au lieu de $3^{gr},3$ qu'exige la théorie.

» *Monoéthylurée.* — Cette urée a été obtenue par la méthode de M. Wurtz, isocyanate d'éthyle et ammoniaque, et par double décomposition entre le cyanate de potasse et le sulfate d'éthylamine. Les produits obtenus fondaient l'un et l'autre à 92° et se sont comportés de la même façon vis-à-vis de la potasse alcoolique; ils se scindent en cyanate de potasse, éthylamine et eau

$$COAz^2H^3C^2H^5 + KHO = COAzK + C^2H^5AzH^2 + H^2O.$$

» *Diéthylurée non symétrique.* — Cette urée, signalée pour la première fois par Volhard (1), puis étudiée par M. Franchimont (2), a été préparée en suivant le procédé de ce dernier auteur. Elle fond à 70° et ne donne aucun précipité avec l'azotate mercurique. Dans les conditions indiquées ci-dessus, elle se dédouble en cyanate de potasse et diéthylamine suivant l'équation

$$COAz^2H^2(C^2H^5)^2 + KHO = COAzK + AzH(C^2H^5)^2 + H^2O.$$

» *Sulfo-urée.* — Depuis les recherches de Volhard, on sait que cette urée et le sulfocyanate d'ammoniaque, corps isomères, se transforment réciproquement l'un dans l'autre, quand on les chauffe vers 160°-170°.

» J'ai constaté que cette transformation commence déjà à se pro-

(1) *Répertoire de Chimie pure,* p. 363; 1863.
(2) *Recueil des travaux chimiques des Pays-Bas,* t. IV.

duire au-dessous de 100°, quand on chauffe la sulfo-urée en solution alcoolique sans potasse. Quand on ajoute la quantité théorique de cet alcali et qu'on maintient le mélange à la température du bain-marie, au moins pendant douze heures, la réaction est plus compliquée ; il se forme du sulfocyanate, du sulfure d'ammonium, et il reste une grande partie de sulfo-urée non attaquée.

» *Isocyanate et isocyanurate d'éthyle.* — Ces deux composés s'obtenant également au moyen du cyanate de potasse, il était intéressant de voir comment ils se comportent vis-à-vis de la potasse et de l'alcool absolu. Au lieu de se dédoubler en cyanate et cyanurate de potasse et alcool, ils fournissent les mêmes produits de décomposition qu'avec la potasse aqueuse, c'est-à-dire du carbonate de potasse et de l'éthylamine.

» Les recherches qui précèdent montrent que l'urée et les urées substituées, de formules $CO Az^2 H^3 R$ et $CO\langle{}^{AzR^2}_{AzH^2}$, présentent, *dans le milieu alcoolique*, la *réaction inverse* de celle qui permet d'opérer leur synthèse.

» Ces faits permettent, jusqu'à un certain point, d'attribuer à l'urée la formule de constitution $C\left\{\begin{matrix} O \\ Az Az H^4 \end{matrix}\right\}$ ou, ce qui revient au même, $Az\left\{\begin{matrix} CO \\ Az H^4 \end{matrix}\right\}$, formule déjà proposée par M. A. Gautier (¹). Les monalkylurées et les dialkylurées non symétriques auraient alors pour formules

$$Az\left\{\begin{matrix} CO \\ Az H^3 R \end{matrix}\right\} \quad \text{et} \quad Az\left\{\begin{matrix} CO \\ Az H^2 R^2 \end{matrix}\right\}.$$

» Ajoutons cependant que cette formule de l'urée ne permet pas de rendre compte de la constitution des dialkylurées symétriques, laquelle ressort très nettement quand on adopte les formules suivantes :

$$\underbrace{CO\langle{}^{AzH^2}_{AzH^2}}_{\text{Urée.}}, \quad \underbrace{CO\langle{}^{AzHR}_{AzHR}}_{\text{Dialkylurée symétrique.}}, \quad \underbrace{CO\langle{}^{AzR^2}_{AzH^2}}_{\text{Dialkylurée non symétrique.}}.$$

» Nous nous proposons de revenir sur ce sujet et d'étudier l'action de la potasse alcoolique sur les dialkylurées symétriques, les tri- et les tétralkylurées. »

(¹) *Dictionnaire de Wurtz*, t. I, p. 1071.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur deux propriétés des uréthanes de la série grasse.* Note de M. G. **Arth**, présentée par M. Berthelot.

« Dans une Note que j'ai déjà eu l'honneur de présenter à l'Académie (*Comptes rendus*, t. XCVIII, p. 521), j'ai établi que le carbamate d'éthyle traité par une solution alcoolique de potasse, molécule à molécule, fournit du cyanate de potassium, de l'alcool et de l'eau; réaction observée d'abord avec le carbamate du camphol par M. Haller et ensuite avec celui du menthol que j'ai préparé moi-même. J'ai depuis fait agir le même réactif sur quelques autres éthers carbamiques de la série grasse, de manière à ne plus laisser aucun doute sur la généralité de cette décomposition pour cette classe de composés.

» Outre le carbamate d'éthyle, j'ai opéré sur les éthers isobutylique, amylique et caprylique, préparés par l'action du chlorure de cyanogène sur les alcools correspondants. Tous ces composés, traités de la même manière que l'uréthane éthylique, fournissent un abondant précipité de cyanate de potassium, avec régénération de l'alcool primitif. Le cyanate potassique a toujours été caractérisé par sa transformation en urée dont on prenait le point de fusion, après l'avoir fait cristalliser dans l'alcool; de plus, on ajoutait les réactions que produisent le nitrate mercurique et l'hypobromite de sodium.

» L'étude de ces corps, appartenant aux premiers termes saturés de la série grasse et que l'on a l'habitude de prendre comme types dans les réactions offertes par les composés organiques, permet donc d'admettre que les éthers carbamiques se décomposent, d'une façon générale, sous l'action de la potasse alcoolique, selon l'équation

$$CO\begin{cases}AzH^2\\OC^nH^{2n+1}\end{cases} + KOH = COAzK + H^2O + C^nH^{2n+1}OH.$$

» Une autre observation se présente à propos de l'éther caprylique.

» On sait déjà que certains composés carbamiques peuvent éprouver, lorsqu'on les soumet à l'action de la chaleur, une transformation partielle donnant naissance à de l'acide cyanique ou à de l'acide cyanurique. C'est ainsi que le carbamate de sodium fournit un résidu renfermant du cyanate, de même que, si l'on essaye de distiller, sous la pression ordinaire, les éthers carbamiques du bornéol et du menthol, on obtient un résidu d'acide

cyanurique ([1]). Les carbamates formés par les premiers alcools saturés de la série grasse distillent, au contraire, sans altération. Il était probable qu'en étudiant, dans cette série, des termes renfermant un plus grand nombre d'atomes de carbone et possédant, par suite, un point d'ébullition plus élevé, on retrouverait cette propriété des deux uréthanes mentionnés plus haut. C'est dans ce but que j'ai préparé un carbamate d'*octyle*, non décrit à ma connaissance, par la réaction connue du chlorure de cyanogène sur l'alcool caprylique extrait de l'huile de ricin.

» Cet alcool, saturé de chlorure de cyanogène et chauffé pendant quelques heures en vase clos à 100°, fournit, après rectification dans le vide, une substance qui passe vers 135° sous la pression de 20^{mm}, et qu'il est facile d'obtenir cristallisée. Elle est presque insoluble dans l'eau bouillante et complètement dans l'eau froide, mais se dissout très facilement dans l'alcool qui la laisse déposer en cristaux déliés, incolores, fondant à 54°-55°. L'analyse montre que c'est du carbamate d'octyle.

» Chauffé au bain d'huile dans une cornue, ce corps distille bien à 230°-232°; cependant, lorsqu'il ne passe plus rien, on trouve dans l'appareil un résidu brun en aiguilles, dont le poids s'est élevé à $0^{gr},5$ à peu près pour 8^{gr} de carbamate employés. Ce résidu, dissous dans l'eau bouillante, a fourni, par refroidissement, des aiguilles parfaitement blanches, donnant très nettement les caractères de l'*acide cyanurique*.

» En résumé, les carbamates du bornéol et du menthol ne font exception en rien à la règle générale, mais offrent les caractères des autres composés de cette catégorie, lorsqu'on les étudie dans les mêmes conditions. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la sécrétion anormale des matières azotées des levures et des moisissures;* par MM. **U. Gayon** et **E. Dubourg**.

» 1. Lorsqu'on délaye de la levure de bière dans de l'eau et qu'on filtre, on obtient un liquide ne renfermant que quelques centièmes des matières azotées de la levure. Ces matières sont incoagulables par la chaleur; mais elles se précipitent par un grand excès d'alcool en donnant de l'invertine ou sucrase.

» 2. Si l'on remplace l'eau par des dissolutions salines concentrées, la

---

([1]) Haller, *Comptes rendus*, t. XCII, p. 1514; Arth, *ibid.*, t. XCIV, p. 872.

liqueur filtrée s'enrichit en substances albuminoïdes qui, suivant les sels employés, sont complètement incoagulables ou partiellement coagulables par la chaleur et par les acides. En voici des exemples :

	Albumine			
	coagulable.	incoagulable.	totale.	
1. Phosphate de soude	8,8	12,6	21,4	Pour 100 des matières azotées de la levure.
2. Acétate de potasse	16,5	12,6	29,1	Id.
3. Oxalate neutre de potasse	17,6	12,1	29,7	Id.
4. Chlorure de calcium	0,0	24,7	24,7	Id.
5. Iodure de potassium	0,0	18,7	18,7	Id.
6. Émétique	0,0	14,3	14,3	Id.
7. Sulfate de soude	0,0	7,7	7,7	Id.
8. Sulfate de magnésie	0,0	8,2	8,2	Id.
9. Tartrate neutre de potasse	0,0	9,1	9,1	Id.

» 3. La levure traitée par ces solutions salines peut encore céder à l'eau une forte dose de ses matières azotées. Le Tableau suivant donne les proportions d'albumine ainsi dissoute après vingt-quatre heures de contact de l'eau et du ferment:

	Albumine			
	coagulable.	incoagulable.	totale.	
1. Phosphate de soude	14,3	20,9	35,2	Pour 100 des matières azotées de la levure.
2. Acétate de potasse	5,5	23,1	28,6	Id.
3. Oxalate neutre de potasse	9,3	25,3	34,6	Id.
4. Chlorure de calcium	0,0	24,2	24,2	Id.
5. Iodure de potassium	0,0	36,8	36,8	Id.
6. Émétique	0,0	12,1	12,1	Id.
7. Sulfate de soude	17,6	14,3	31,9	Id.
8. Sulfate de magnésie	19,8	21,4	41,2	Id.
9. Tartrate neutre de potasse	34,1	28,0	62,1	Id.

» Cette propriété du tartrate neutre de potasse a été signalée par M. Dumas, en 1872, dans ses *Recherches sur la fermentation alcoolique*.

» 4. La plupart des substances solubles agissent comme les sels précédents.

» Les alcools méritent une mention spéciale : la levure, préalablement traitée par les alcools méthylique, éthylique, isopropylique, octylique, par le glycol ou la glycérine, cède à l'eau de l'albumine coagulable; traitée, au contraire, par les alcools propylique normal, butylique ou isobutylique, elle ne donne que de l'albumine incoagulable.

» 5. La proportion de matières sécrétées par la levure dépend, toutes choses égales d'ailleurs, de sa nature, de son âge, de la concentration des liqueurs, de la durée de l'expérience, etc.

» 6. La levure qui a perdu une partie de ses substances azotées est profondément modifiée dans son aspect, ses dimensions, sa vitalité. Tantôt elle est tuée; tantôt, au contraire, comme avec l'émétique, le tartrate de potasse, le glycol ou la glycérine, elle reste vivante et se rajeunit facilement, lorsqu'on la sème dans des moûts sucrés.

» 7. L'hypersécrétion de matières azotées, sous l'influence des solutions salines concentrées, est corrélative d'un accroissement de production de ferment soluble. En comparant, par exemple, les quantités de sucre interverti par les eaux de lavage d'une levure soumise à l'action du tartrate de potasse et de la même levure simplement traitée par l'eau, on a obtenu :

	Après	
	4 heures.	24 heures.
Avec la levure traitée par le tartrate.......	17gr, 32	39gr, 10
» par l'eau...........	1gr, 32	9gr, 08

» 8. Les variétés de levures *inversives* que nous avons essayées : levures de brasserie, levures de vin, *S. Pastorianus*, etc., ont toutes donné le même résultat : sécrétion abondante d'albumine et de sucrase; au contraire, les levures *non inversives*, telles que le *S. apiculatus*, le *S. Würtzii*, le *S. Rouxii*, etc., sont restées indifférentes à l'action des solutions salines et n'ont pas perdu sensiblement plus de matières azotées qu'avec de l'eau distillée. Nous sommes heureux de remercier ici MM. Boutroux, Hansen et Roux, à qui nous devons la plupart des levures précédentes.

» La *Mycolevure* de M. Duclaux, qui ne sécrète pas de ferment soluble, ainsi que M. Fernbach et nous l'avons constaté, se comporte exactement comme les levures non inversives à l'égard des solutions concentrées.

» 9. Les moisissures se divisent aussi en deux groupes au point de vue inversif. Or, celles-là seules qui intervertissent le sucre de canne, le *Penicillium glaucum*, la *Sterigmatocystis nigra*, par exemple, nous ont donné une sécrétion abondante de matières azotées, quand nous les avons traitées par le tartrate neutre de potasse; les autres, comme les Mucors, n'ont éprouvé rien d'anormal.

» Le pouvoir inversif d'une cellule de levure ou de moisissure paraît donc lié à la facilité avec laquelle sa membrane se laisse traverser par les substances albuminoïdes. »

BOTANIQUE. — *Le* Polystigma fulvum *Tul., maladie nouvelle des Amandiers.* Note de M. **Maxime Cornu**, présentée par M. Duchartre.

« Il est à peine croyable que cette affection, qui est très générale dans le midi de la France, qui est si reconnaissable à la grandeur et à la couleur éclatante des taches sur les feuilles, n'ait jamais été mentionnée. Le *Polystigma fulvum* Tul., très abondant sur les Amandiers, semble n'y avoir pas encore été signalé ([1]).

» Au mois de juin 1879, mon attention fut attirée par la vivacité de leur couleur sur des taches orangées que présentaient certaines feuilles d'Amandier chez un marchand de primeurs ; je m'empressai de les acheter ; il fut possible d'en retrouver de semblables chez d'autres commerçants ; tous les ans, depuis, j'en ai revu soit chez les fruitiers, soit dans les voitures servant à la vente dans les rues.

» Le champignon détermine sur les feuilles des taches circulaires orangées, un peu plus jaunes vers les bords, occupant une partie très importante de la feuille, la moitié et même plus dans quelques cas, de la surface. Le tissu intérieur est occupé par les filaments orangés du parasite, qui constituent une sorte de stroma ; on y observe des cavités s'ouvrant à l'extérieur et y déversant des corpuscules allongés, claviformes, courbés, en forme de virgule, désignés par M. Tulasne sous le nom de *spermaties* et considérés depuis lui comme des corpuscules fécondateurs : ces petits corps me semblent plutôt des spores précoces, quoique j'aie échoué à les faire germer.

» M. Tulasne a donné une longue description de cette espèce ([2]). Le *P. rubrum* Tul. est une espèce très voisine, figurée admirablement dans le même Ouvrage ([3]) ; elle envahit les feuilles du Prunellier (*Prunus spinosa*) et même du Prunier cultivé, où elle cause d'assez sérieux dommages en Allemagne. Près de Paris, elle est assez peu répandue ; mais j'en ai signalé

([1]) Frank (*Die Krankheiten der Pflanzen,* p. 634) ne l'indique que sur le *Prunus Padus,* comme M. Tulasne.

Saccardo, *Sylloge fungorum,* t. II, p. 458 ; le *P. fulvum*, indiqué sur les feuilles du Poirier et des *Cratægus* en France et en Hollande, n'est peut-être que le premier état d'un *Rœstelia.*

([2]) *Selecta fungorum carpologia,* t. II, p. 79.

([3]) *Id.*, p. 79, Tab. VIII, *fig.* 10-20.

l'abondance dans certaines localités des basses montagnes de l'ouest de la France ([1]). Appelé en 1881, comme délégué de l'Académie, à faire une visite dans les vignobles des environs de Narbonne, au commencement du mois de juillet, j'y rencontrai le *P. fulvum* en très grande abondance. Les Amandiers sont disposés généralement en bordure le long des chemins. Les variétés à amandes douces et à amandes amères étaient indistinctement atteintes; les arbres poussés à l'aventure, dans les terrains stériles, à formes buissonnantes et à feuilles étroites, n'étaient pas épargnés.

» Le plus grand nombre des feuilles étaient contaminées, ce qui donnait au feuillage un aspect caractéristique : il est étonnant qu'on ne l'ait pas remarqué ou du moins qu'on ne l'ait pas signalé à maintes reprises. Quelques-unes des feuilles commençaient à tomber; mais, avant la chute, le stroma des taches avait souvent revêtu en partie une teinte d'un noir foncé, due au mycélium; cette chute paraît successive.

» De nombreuses excursions dans le Midi comme Inspecteur général de l'Agriculture m'ont montré, pendant les années 1882 et 1883, la diffusion de la maladie que j'ai constatée dans le Gard, l'Hérault, le Var, Vaucluse, les Pyrénées-Orientales et plus particulièrement dans le département des Bouches-du-Rhône, non loin de Salon, centre important du commerce des amandes, où l'Amandier occupe parfois le sol comme culture exclusive sur des centaines d'hectares.

» Le *Polystigma,* sûrement très nuisible, n'a pas attiré l'attention. La raison en est simple : la gelée enlève la récolte une année sur deux, en général; quand ce malheur ne se produit pas, les rendements sont assez considérables malgré le parasite; c'est à l'action de la gelée qu'on rapporte toutes les diminutions de récolte.

» Les feuilles tombées à terre donnent naissance, dans le stroma rouge devenu noir, à la formation de conceptacles ascophores, comme M. Tulasne l'a montré pour le *P. rubrum.* Des feuilles que j'ai pu me faire envoyer au commencement d'avril 1882 (grâce à des indications spéciales adressées à un correspondant très complaisant) présentaient des thèques et des spores semblables à celles du *P. rubrum,* mais non mûres.

» Les expériences d'ensemencement tentées à cette époque ne réussirent point, faute de spores bien mûres et faute d'Amandiers cultivés dans de bonnes conditions.

» La contamination doit, cependant, être facile à obtenir, et certainement

---

([1]) *Bull. de la Soc. Bot. de France,* séance du 28 juin 1878.

de tous points analogue à celle que j'ai obtenue pour le *Rhytisma acerinum* (¹).

» En 1883, une maladie très grave et depuis lors des occupations multiples au Muséum ont interrompu la suite de ces recherches. J'ai constaté, le 16 mai 1882, que ce *Polystigma* n'avait pas paru sur les feuilles dans une localité voisine de Narbonne, où il était très abondant l'année précédente et où il se montra plus tard.

» L'ensemencement du parasite doit se faire dans le milieu du mois d'avril. L'enlèvement des feuilles tombées est une mesure nécessaire (²). »

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Propagation de la sensation lumineuse aux zones rétiniennes non excitées.* Note de M. AUG. CHARPENTIER.

« Dans une Note précédente (12 avril 1886), j'ai exposé le résultat de mes expériences sur l'induction lumineuse simultanée, ou contraste simultané; on se rappelle que l'apparition d'une teinte de contraste, dans les environs d'un objet éclairé, ne s'accompagne pas d'une diminution de la sensibilité lumineuse dans cette zone non directement excitée. J'ai étudié au même point de vue l'induction lumineuse successive, et voici ce que j'ai trouvé.

» On sait en quoi consiste le phénomène de l'induction successive : on fixe un objet éclairé, dans un champ visuel obscur; au bout d'un certain temps, la clarté de l'objet semble diminuer, tandis que celle de ses environs augmente sensiblement. Si la fixation dure assez longtemps, on peut voir toute l'étendue du champ visuel, y compris l'objet, revêtue d'une lumière uniforme. Y a-t-il réellement une diffusion, une propagation à distance de la sensation lumineuse, ou bien a-t-on affaire, comme le voulait Helmholtz, à une erreur de jugement due à la fatigue de la partie rétinienne excitée?

(¹) Maladie des taches noires de l'Érable (*Comptes rendus,* séance du 22 juillet 1878, p. 178).

(²) Les Amandiers sont attaqués fréquemment par d'autres affections. Dans le département de l'Hérault, j'ai rencontré, à diverses reprises, sur les feuilles une Puccinie à deux loges très inégales, l'inférieure petite et pâle, la supérieure large, surbaissée; échinulées l'une et l'autre. Cette Puccinie était accompagnée d'un *Uredo* pâle, allongé, à sommet épaissi, très semblable à certains *Uromyces* et qui souvent domine seul ou manque; c'est le *Puccinia Pruni spinosæ* Pers., parfois très répandu et très abondant.

» En comparant entre elles les valeurs du minimum perceptible de la zone rétinienne non excitée, d'une part au début de l'expérience, d'autre part après une fixation de 20 ou 30 secondes (ou davantage) de l'objet lumineux, j'ai trouvé que la valeur de ce minimum perceptible augmente dans le second cas d'une quantité plus ou moins notable; la sensibilité lumineuse du champ obscur diminue à mesure que se produit sur elle l'induction lumineuse.

» Il y a plus : après une fixation de durée convenable, ôtons l'objet lumineux du champ visuel, et présentons à l'œil une petite surface peu éclairée, qu'il sera facile de promener dans la partie primitivement excitée et dans la partie qui ne l'a pas été : *cette surface paraîtra plus sombre dans cette dernière que dans la partie qui a subi l'excitation objective*.

» Ainsi, dans la zone rétinienne qui a subi l'induction lumineuse, mais qui n'a pas reçu de lumière objective, la sensibilité aux excitations extérieures est *plus faible* que dans la zone inductrice, qui, longtemps excitée directement, devrait être au contraire beaucoup plus fatiguée. En même temps, du reste, la zone induite paraît éclairée dans l'obscurité, la zone inductrice paraît sombre.

» Donc, dans le fait de l'induction lumineuse successive, l'action nerveuse qui donne lieu à la sensation se transporte réellement aux parties du centre percepteur voisines de la partie excitée. »

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Essai d'une explication physiologique des couleurs complémentaires*. Note de feu M. le commandant **Trève**, présentée par M. Chevreul.

« Aujourd'hui, pour observer avec fruit les phénomènes de coloration, il faut recourir à la féconde théorie de M. Chevreul, relative au contraste simultané des couleurs. Cette théorie est la seule capable de rendre compte de la variété infinie des effets qui affectent notre organisme, et rentrent ainsi dans la classe des propriétés organoleptiques des corps, dont la révélation est due à Newton. M. Chevreul l'a prouvé.

» C'est en me conformant aux vues des deux illustres maîtres que je crois pouvoir expliquer d'une manière rationnelle le phénomène des couleurs complémentaires, se produisant successivement sous l'impression de la lumière du soleil couchant.

» Dans ma Note du 26 octobre dernier, sur le rayon vert, j'ai décrit l'effet

météorologique à l'instant précis de la disparition du bord supérieur du disque solaire. Je viens essayer, aujourd'hui, d'expliquer physiologiquement les faits constatés et décrits dans cette Note.

» Et d'abord, comment expliquer le phénomène physiologique qui se produit, quand un corps opaque est éclairé par une lumière d'une couleur quelconque?

» On sait que, si une lumière d'une couleur A frappe un corps opaque, l'ombre projetée par ce corps affectera une couleur qui sera précisément la couleur complémentaire. Si la couleur incidente est *rouge*, par exemple, l'ombre du corps opaque sera *verte;* et réciproquement. Je me suis demandé s'il n'y avait pas lieu de faire intervenir ici une application de ce principe de Mécanique, établissant que la réaction est toujours égale à l'action.

» Quand un canon tonne, le travail mécanique développé par le projectile qui en sort est rigoureusement égal et contraire à celui de l'affût, dans son effet de recul. C'est le point de départ, en Balistique, de la recherche du potentiel de ce recul. De même, sans doute, lorsque des rayons lumineux d'une intensité suffisante, frappant la rétine, viennent à disparaître, celle-ci doit percevoir soudainement un effet contraire, par ce fait que, à l'action première, doit se substituer la réaction, c'est-à-dire *un effet égal et contraire*.

» Or, ce dernier effet devant être lumineux, comme le premier, il faut qu'en les joignant tous les deux, en les juxtaposant, la résultante ne puisse laisser dominer aucune coloration provenant des rayons de l'action ou de ceux de la réaction, puisque ces deux effets sont égaux; par conséquent, cette juxtaposition donnerait la couleur blanche. Mais, pour que cette résultante soit blanche, il faut que les deux colorations soient complémentaires l'une de l'autre.

» Là est, ce me semble, l'explication dynamique de l'apparition du rayon vert, au coucher du soleil, et, en général, des couleurs renversées, sous la réserve, toutefois, de l'observation suivante de M. Chevreul : la production du blanc est une véritable neutralisation de ce qui est coloré, et le mouvement est commun aux deux rayons. C'est un équilibre mobile. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *L'héliophotographie et la perturbation magnétique du* 30 *mars* 1886. Note de M. **Ch.-V. Zenger.**

« Le procédé photographique que j'ai proposé, il y a six ans, et qui consiste dans l'emploi d'une émulsion chlorobromique d'argent, colorée par

une solution éthérée de chlorophylle, peut servir, ainsi que je l'ai montré, à reproduire les images des explosions solaires, des protubérances et de la couronne.

» Toutes les fois qu'on observe des perturbations magnétiques extraordinaires, ou de belles aurores boréales, on observe également de grands bouleversements de la chromosphère et de la surface solaire. C'est ce que j'ai établi dans mon Ouvrage, *La météorologie du Soleil et du système solaire*, que j'ai l'honneur d'adresser à l'Académie. Avant et pendant ces perturbations, on constate des zones d'absorption qui entourent l'image photographique du Soleil; elles atteignent les dimensions les plus extraordinaires, et affectent les formes les plus variées.

» J'ai effectué cinq poses successives sur la même plaque, à des intervalles d'une minute. On y peut remarquer ces zones blanches ou blanchâtres, circulaires ou elliptiques, parsemées de courbes spiraloïdes, et même de formes coniques ou en queue de comètes : elles dépassent parfois 15 à 20 diamètres de l'image du Soleil.

» Je demande à l'Académie la permission de lui présenter le résumé des observations héliophotographiques des derniers jours du mois dernier, et une épreuve de la photographie du Soleil prise le 30 mars 1886 à 12^h0^m, temps moyen de Prague.

Observations héliophotographiques du 29 *mars au* 1er *avril* 1886.

» *Mars* 29. — Ciel sans nuage, température extraordinaire de 21°,3 C. à l'ombre, à 10^h du matin; à 12^h30^m, ciel couvert et orageux. La photographie du Soleil, sur l'émulsion chlorophyllée, montre des zones d'absorption de 3 diamètres solaires et grisâtres, à 12^h15^m et à 12^h20^m.

» *Mars* 30. — État très inactinique; les images du Soleil sont grises, au lieu d'être noires; bourrasques très fortes, pendant la journée, avec des averses. La photographie montre, à 12^h et à 12^h5^m, des zones d'un blanc de neige, de 4 à 6 diamètres solaires, le tout entouré d'un halo noir de 8 à 10 diamètres solaires. La photographie que j'adresse à l'Académie a été prise précisément à 12^h le 30 mars 1886.

» *Mars* 31. — Température élevée, ciel demi-couvert, zones blanches près du disque, grisâtres plus loin, de 4 diamètres solaires, et halo. Même aspect des photographies à 1^h55^m, à 2^h, à 2^h25^m et 2^h30^m.

» *Avril* 1er. — Ciel serein, température assez élevée, bourrasques, halos très forts, de 8 à 10 diamètres solaires; zones blanchâtres circulaires, mal définies, de 3 à 4 diamètres solaires.

» On voit que la perturbation solaire commence à être visible, le 29, par l'agrandissement rapide des zones d'absorption; elles vont en augmentant le 30 mars; elles atteignent 6 diamètres de l'image du Soleil et deviennent

très blanches. Le jour précédent, et les jours qui suivent le 30 mars, elles sont moindres, blanchâtres ou grisâtres; vers le 2 avril, elles ne sont plus que de 2 diamètres solaires.

» N'est-il pas manifeste qu'il doit y avoir un lien intime entre l'apparition de ces zones blanc de neige et les plus grandes perturbations magnétiques, terrestres et solaires? qu'il doit se former des trombes électriques dans les espaces interplanétaires, provenant du bouleversement de la chromosphère solaire? Il y a certainement une accumulation énorme d'électricité dans les couches extrêmes de la chromosphère et de la couronne solaire; il doit se produire des décharges colossales, à travers la couronne, dans l'espace interplanétaire; par suite, formation de tourbillons et condensation de poussières cosmiques à l'intérieur de ces tourbillons qui, interposés entre nous et le Soleil, interceptent la lumière comme un nuage très dense. C'est ainsi que se forme, eu égard à l'inclinaison de l'axe du tourbillon, une zone blanche circulaire, elliptique, parabolique, même parfois conique, ainsi qu'on a pu l'observer en avril et novembre 1882, pendant les grandes perturbations magnétiques. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Observation d'une aurore boréale à Rolleville (Seine-Inférieure).* Note de M. l'abbé **Maze**.

« La coïncidence de cette aurore boréale avec la perturbation magnétique signalée par M. Mascart, dans la séance du 5 avril dernier, m'engage à faire part à l'Académie de l'observation suivante :

» Vers 9^h du soir, le mardi 30 mars, à Rolleville (latitude, 49°54′52″; longitude, 2°7′27″ O.), j'aperçus une grande clarté dans la direction du Nord : c'était une lumière blanche et palpitante. Ce dernier caractère me fit juger que j'avais affaire à une aurore boréale. Toutefois je ne pus reconnaître aucun des caractères que j'ai observés d'autres fois. Il y avait absence complète de coloration, sauf vers le zénith une teinte légèrement rougeâtre : quelque chose comme le gris-rouge que l'on observe entre les deux bandes rouges de l'arc-en-ciel double. Je n'ai pas aperçu non plus de ces jets qui parfois s'élancent dans le ciel.

» Un gros nuage noir stratiforme, qui se trouvait à l'horizon, m'a empêché de déterminer avec précision la place exacte du centre d'action de l'aurore boréale. Toutefois sa direction m'a paru osciller entre 15° et 20° à l'ouest du méridien astronomique. Elle se confondait donc sensiblement avec le méridien magnétique. J'étais d'autant mieux préparé pour cette partie de l'observation, que j'avais passé la journée à tracer la méridienne du lieu où je me trouvais.

» A 10^h, le phénomène durait encore, mais, le ciel devenant de plus en plus cou-

vert, j'ai cessé une observation qui ne me paraissait plus présenter d'intérêt. J'ai essayé de la reprendre à 11^h; mais je n'ai pu voir que des nuages.

» Le lendemain soir, 31, l'horizon nord m'a paru plus clair qu'il aurait dû l'être, mais je n'ai pu constater aucun des caractères spécifiques d'une aurore polaire. »

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 27 avril 1886.

L'ouragan de juin 1885 dans le golfe d'Aden; par M. le vice-amiral G. Cloué. Paris, Baudoin, 1886; in-8°.

Le microbe et la maladie; par E. Duclaux. Paris, G. Masson, 1886; in-8°.

De la densité et de la compressibilité des gaz et des vapeurs; par M. Ch. Antoine. Lorient, 1886; in-f° autographié. (Deux exemplaires.)

Navigation aérienne. Aéronef à ailes artificielles articulées; par J.-C. Pompéïen-Piraud. Bâle, Lyon, Genève, H. Georg, 1886; in-8°.

Terrains paléozoïques du Portugal. Étude sur les bilobites et autres fossiles des quartzites de la base du système silurique du Portugal; par J.-F.-N. Delgado. Lisbonne, impr. de l'Académie royale des Sciences, 1886; in-4°.

The fisheries and fishery industries of the United States; Section I, Text-Atlas. Washington, government printing office, 1884; 2 vol. in-4° reliés.

Second geological survey of Pensylvania. Report of progress, AA, C 5, T 3. Harrisburg, 1885; 3 vol. in-8° reliés.

Mathematical papers, chiefly connected with the q-series in elliptic functions 1883-1885; *by* J.-W.-L. Glaisher. Cambridge, printed by W. Metcalfe and son, 1885; in-8° relié.

Descriptive Catalogue (with Notes) of the general collection of minerals in the Australian Museum; by A. Felix Ratte. Sydney, Thomas Richards, 1885; in-8°.

Annalen des physikalischen Central-Observatoriums, herausgegeben von H. Wild; Jahrgang 1884, Theil I, II. Saint-Petersburg, 1885; 2 vol. in-4°.

Repertorium für Meteorologie, herausgegeben von der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, redigirt von Dr H. Wild; Band IX. Saint-Petersburg, 1885; in-4°.

Die Meteorologie der Sonne und ihres Systemes; von Prof. K.-W. Zenger. Wien, Pest, Leipzig, A. Hartleben's Verlag, 1886; in-8°.

ERRATA.

(Séance du 19 avril 1886.)

Page 893, dans les formules, *au lieu de* tang, *lisez* cotangente.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 MAI 1886.

PRÉSIDENCE DE M. JURIEN DE LA GRAVIÈRE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MAGNÉTISME. — *Sur l'aimantation.* Note de M. **Mascart**.

« Lorsqu'un corps faiblement magnétique et isotrope est placé dans un champ uniforme, il prend une aimantation parallèle au champ et son coefficient d'aimantation k est le rapport du moment magnétique par unité de volume, ou intensité d'aimantation, à l'intensité du champ.

» Avec les substances très magnétiques, au contraire, comme le fer, le nickel et le cobalt, on doit tenir compte de la réaction produite par le magnétisme induit, et la définition qui précède n'est plus applicable que pour des cylindres de longueur indéfinie aimantés longitudinalement ou pour des anneaux fermés.

» Le calcul de la force magnétisante en fonction du champ extérieur est très simple dans le cas de la sphère, de l'ellipsoïde, ou d'un cylindre indéfini aimanté transversalement; mais, à moins qu'il ne s'agisse d'ellipsoïdes très allongés, le coefficient d'aimantation peut varier dans des limites très étendues sans que le moment magnétique du corps soit sensiblement modifié.

Les moindres défauts d'homogénéité ont alors une influence considérable.

» On a déterminé souvent le coefficient d'aimantation par l'emploi de cylindres disposés parallèlement au champ et qu'on assimile à des cylindres indéfinis, ou à des ellipsoïdes de même longueur et de même section médiane; on mesure alors, soit le moment magnétique du corps, soit la décharge induite dans une bobine qui entoure la section moyenne quand on renverse l'aimantation. Avec les anneaux, on ne peut utiliser que les décharges induites, et on trouve en général des coefficients d'aimantation beaucoup plus élevés. On peut donc se demander si l'une des méthodes est en défaut et s'il se produit, par exemple, dans les anneaux fermés un phénomène particulier qui exagère les effets d'induction. Pour résoudre cette question, j'ai employé, avec le même métal, des anneaux fermés et une série de cylindres dans lesquels le rapport de la longueur au diamètre variait entre des limites très étendues.

» Les cylindres étaient placés dans l'axe d'une bobine cylindrique de $1^m,20$ de longueur et de $0^m,03$ de diamètre, de sorte que le champ intérieur du courant pouvait être considéré comme sensiblement uniforme dans une longueur de plus de $0^m,80$. Cette bobine était dirigée normalement au méridien magnétique, et son action sur un déclinomètre voisin était compensée par celle d'un cadre extérieur. Le moment magnétique du cylindre se déduit de la déviation qu'il produit sur le déclinomètre. En outre, une bobine de quelques tours, enroulée sur la portion moyenne du cylindre aimanté, communiquait avec un galvanomètre balistique et on mesurait la décharge induite par inversion de l'aimantation, en éliminant l'effet produit par le champ lui-même.

» La mesure du moment magnétique par la déviation du déclinomètre exige en toute rigueur que l'on connaisse la position des pôles ou, du moins, que les expériences soient faites à deux distances différentes pour éliminer le terme de correction; mais, avec des cylindres très étroits, les règles de Coulomb fournissent une approximation suffisante pour le degré d'exactitude que j'avais en vue. Enfin, le champ F de la bobine magnétisante est déterminé par l'intensité I du courant et le nombre n_1 de tours du fil, par unité de longueur,

$$F = 4\pi n_1 I.$$

» Le quotient du moment magnétique M du cylindre par son volume V donne l'intensité moyenne d'aimantation A, et l'on peut appeler coefficient

moyen d'aimantation le rapport

$$f = \frac{A}{F} = \frac{M}{4\pi n_1 IV}.$$

» D'autre part, si S est la section du cylindre, A_1 l'intensité d'aimantation dans la région médiane, F_1 l'action du magnétisme induit dans cette région, p le nombre de tours de la petite bobine, R la résistance du circuit dont elle fait partie et Q la décharge induite par inversion de l'aimantation, on a

$$QR = 2pS(4\pi A_1 - F_1) = 8p\pi S\left(A_1 - \frac{F_1}{4\pi}\right).$$

» En posant

$$f' = \frac{1}{F}\left(A_1 - \frac{F_1}{4\pi}\right),$$

on obtiendra ainsi, par expérience, deux coefficients moyens f et f' qui ont des significations un peu différentes.

» L'expérience montre d'abord qu'on a toujours $f' > f$. Ces deux quantités, très différentes pour des cylindres courts, se rapprochent de plus en plus, et leur rapport tend vers l'unité à mesure que la longueur du cylindre augmente. En même temps, les plus grandes valeurs des coefficients f et f' correspondent à des champs de plus en plus faibles. Enfin les valeurs de f et de f' fournies par les cylindres très longs sont égales au coefficient k donné par les anneaux fermés.

» Avec le fer dont je me suis servi, quand le rapport de la longueur au diamètre variait de 40 à 500 ou 600, la valeur maximum des coefficients f ou f' a varié de 25 à 190, ou de 40 à 220, tandis que les champs correspondants diminuaient depuis 20 ou 25 unités C.G.S. jusqu'à 3 unités; les mêmes fils, employés sous forme d'anneaux, donnaient, pour le maximum du coefficient k, une valeur d'environ 200 avec un champ de 3 unités. La concordance de ces résultats est suffisante si l'on tient compte de la difficulté d'obtenir des échantillons identiques.

» La méthode des cylindres, à la condition que leur longueur soit au moins 500 fois le diamètre, est donc équivalente à celle des anneaux; elle présente cet avantage qu'elle permet de connaître à chaque instant l'état magnétique réel du métal et de le désaimanter pour le soumettre à de nouvelles épreuves.

» Le coefficient moyen d'aimantation f diminue très rapidement avec le rapport λ de la longueur du cylindre à son diamètre et ne tarde pas à de-

venir de même ordre que le coefficient f_1, relatif à l'aimantation transversale. En outre, l'aimantation est proportionnelle à l'intensité du champ extérieur dans des limites beaucoup plus étendues.

» En formant des cylindres courts avec des paquets du même fil de fer que précédemment, on a obtenu comme valeurs moyennes, dans des champs de 1 à 10 unités :

λ.	f.	f_1.
12,3	3,40	0,13
7,5	1,90	0,14
5,0	1,20	0,14
3,3	0,73	0,14

» Des parallélépipèdes rectangles de fer doux ont donné, de même, pour les coefficients moyens d'aimantation f, f_1, f_2, parallèlement aux trois arêtes :

Dimensions.			f.	f_1.	f_2.
c	c	c			
9	1	1	2,0	0,15	»
9	2	1	1,34	0,22	0,10
9	2	2	0,88	0,15	»
9	3	2	0,72	0,20	0,13

» La théorie montre que, dans le cas des cylindres de longueur indéfinie, le coefficient f_1, relatif à l'aimantation transversale, a pour expression

$$\frac{k}{1+2\pi k} = \frac{1}{2\pi\left(1+\frac{1}{2\pi k}\right)} = \frac{0,159}{1+\frac{1}{2\pi k}},$$

et doit être inférieur à 0,159; on voit que l'expérience donne des valeurs voisines de la limite, même avec des cylindres très courts.

» La connaissance de ces coefficients d'aimantation moyenne présente un intérêt particulier, parce qu'elle fournit un moyen correct pour calculer l'effet de l'aimantation induite par la Terre sur les oscillations d'un barreau aimanté, dans les observations relatives à la mesure absolue du champ terrestre.

» D'une manière plus générale, lorsqu'un corps magnétique et isotrope est de forme quelconque, il existe trois directions rectangulaires pour lesquelles l'aimantation est parallèle au champ extérieur, avec des coefficients différents f, f_1 et f_2; ces coefficients jouissent des mêmes propriétés que les coefficients d'aimantation d'une sphère de substance anisotrope peu magnétique.

» Supposons, par exemple, qu'on ait $f > f_1$ et que le corps soit mobile autour d'un axe parallèle à la direction f_2 dans un champ dont la composante perpendiculaire à cet axe soit H. En appelant V le volume du corps, α l'angle du champ avec la direction f, le moment du couple dû à l'action du champ est

$$C = V(f - f_1)H^2 \sin\alpha \cos\alpha.$$

» On voit aisément que l'aimantation peut être considérée comme la superposition de deux autres, l'une constante f_1H, parallèle au champ H et ne produisant pas de couple, l'autre $(f - f_1)$H $\cos\alpha$ liée au corps et parallèle à la direction de plus grande aimantation. Cette dernière est aussi sensiblement constante pour de faibles déviations.

» Tel est le cas d'un aimant qui oscille sous l'influence de la Terre. Si l'on veut tenir compte du magnétisme induit, on doit donc, en toute rigueur, ajouter à l'aimantation rigide une aimantation de même sens $(f - f_1)$H, proportionnelle à la différence des coefficients relatifs à la longueur de l'aimant et à la direction perpendiculaire.

» Ajoutons que pour l'acier le coefficient moyen d'aimantation longitudinale est beaucoup plus faible que pour le fer doux, ce qui contribue à augmenter l'importance de l'aimantation transversale. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la formation de l'acide oxalique dans la végétation. — Étude du* Rumex acetosa (*oseille*); par MM. **Berthelot** et **André**.

« Nous avons poursuivi l'étude systématique de la formation des acides dans les végétaux, en recourant à des méthodes spéciales, susceptibles de caractériser et de doser chacun d'eux. L'acide azotique a fait l'objet d'une étude développée, publiée, en son ensemble, dans le prochain numéro de mai des *Annales de Chimie et de Physique*. La formation des carbonates a été également examinée par nous (*Comptes rendus*, t. CI, p. 24), et nous avons montré comment elle concourt à expliquer les variations du rapport de l'acide carbonique à l'oxygène, dans les gaz mis en jeu par la respiration végétale et par la fonction chlorophyllienne; variation dont la seule analyse des gaz libres ne saurait rendre compte, parce qu'elle néglige une des données fondamentales du problème; nous avons expliqué, à cette occasion, l'excès d'hydrogène contenu dans les tissus végétaux,

par rapport à la formule des hydrates de carbone. Enfin nous avons consacré une première Note (*Comptes rendus,* t. CI, p. 354) à l'exposé d'une méthode nouvelle et rigoureuse pour doser l'acide oxalique dans les plantes. Nous nous proposons de présenter aujourd'hui les résultats obtenus par l'étude systématique du développement de quelques espèces choisies, savoir le *Chenopodium quinoa,* l'*Amarantus caudatus,* le *Mesembrianthemum cristallinum* et le *Rumex acetosa,* pendant l'année 1885.

» Ces plantes présentent des conditions fort diverses et choisies à dessein. En effet, le jus du *Rumex acetosa* est toujours fortement acide; celui du *Mesembrianthemum cristallinum,* plante grasse, particulièrement aqueuse, est neutre aux débuts, mais il devient acide pendant le cours de la végétation; ceux du *Chenopodium quinoa* et de l'*Amarantus caudatus* n'ont offert, au contraire, qu'une acidité nulle ou très faible. Ces plantes contrastent, d'ailleurs, par la répartition des oxalates solubles et insolubles : ces derniers étant très prédominants à toute époque et dans toutes les parties de la plante dans l'*Am. caudatus;* tandis que dans le *Mesembrianthemum cristallinum,* à la fin, presque tout l'acide oxalique est sous forme de sels solubles. Dans toutes ces espèces et à toute époque, les oxalates sont surtout abondants dans la feuille, qui paraît être le siège de leur formation; formation corrélative de celle des principes albuminoïdes.

I. *Rumex acetosa* (Oseille). — Cette plante a été étudiée depuis la graine jusqu'à la fin de la saison, en 1885. Elle est remarquable à un double titre, par son acidité propre et par son usage dans l'alimentation.

1. *Graines, ou plutôt fruits secs.* — 8^{gr} ont fourni $0^{gr},004$ d'acide oxalique, soit 0,05 pour 100.

2. 8 *juin.* — *Débuts* (acide libre non dosé).

1 pied sec pèse $0^{gr},0472$. Eau pour 100 parties : 837.

		En centièmes.
Acide oxalique (sels solubles)..........	gr 0,0024	5,1
» (sels insolubles)........	0,0041	8,8
	$0^{gr},0065$	13,9

L'acide oxalique (¹) forme, à ce moment, le septième du poids total.

(¹) Calculé avec son eau substituable par les bases, c'est-à-dire $C^4H^2O^8$.

La dose des matières minérales est considérable et répartie comme il suit, après incinération :

Cendre totale.	CO^3K et sels solubles dans l'eau (¹).	CO^3Ca et sels solubles dans HCl (²).	SiO^2 et matières insolubles dans HCl.
20,7	7,0	9,5	4,2

Ces proportions de base sont telles qu'elles ne pourraient saturer la totalité de l'acide oxalique, tant soluble qu'insoluble. Il y avait donc une partie d'acide à l'état libre.

3. — 26 *juin* 1885. — *Végétation active.*

	Sec.		Eau pour 100 parties.	Acide libre (²) pour 100.	Acide oxalique absolu			Acide oxalique relatif à 100 parties.		
					soluble.	insoluble.	total.	soluble.	insoluble.	total.
Racines ...	0^{gr},073	16,1	439	0,75	traces	0^{gr},0031	0^{gr},0031	traces	4,25	4,25
Pétioles et grosses nervures.	0,131	29,5	949	5^{gr},78	0^{gr},0030	0,0106	0,0136	2,30	8,03	10,33
Limbes....	0,242	54,4	1009	5,41	0,0162	0,0130	0,0292	6,70	5,37	12,07
1 pied total.	0^{gr},446	100,0	898	3,68	0^{gr},0192	0^{gr},0267	0^{gr},0459	4,31	5,97	10,28

» L'acide oxalique s'est accru d'une façon absolue, dans le rapport de 1 à 7; mais sa proportion relative a un peu diminué, par suite du développement des tissus ligneux et des albuminoïdes. Cependant il forme encore le dixième du poids total. Il abonde surtout dans les feuilles et particulièrement dans les limbes, la racine étant plus pauvre ; les oxalates sont à peu près entièrement insolubles dans cette dernière : ce qui peut s'expliquer par le voisinage des sels calcaires du sol. La dose des oxalates insolubles l'emporte aussi dans les pétioles; même dans les limbes, il y a près de moitié des oxalates sous forme insoluble. La formation de ces sels s'explique dans la racine et dans la tige, où les sels calcaires venus du sol sont arrêtés par l'acide oxalique et deviennent insolubles. Cependant l'arrêt n'est pas complet, ni la réaction précédente exclusive; autrement la racine et les pétioles ne devraient pas contenir d'oxalates solubles, toutes les fois qu'il se forme encore des oxalates insolubles dans les limbes des feuilles. Or il en est autrement, non seulement dans le *Rumex*,

(¹) Ces sels renferment aussi des phosphates et autres corps.
(²) Estimé comme acide oxalique.

mais dans les autres espèces, où la racine renferme souvent une dose sensible d'oxalates solubles et où il en est de même de la tige, plus distincte et mieux définie que dans le *Rumex*. Ceci peut s'expliquer d'ailleurs : soit par l'existence d'oxalates doubles, de potasse, de chaux, de magnésie, dissociables par l'eau; soit encore parce que la formation de l'acide oxalique, prépondérante dans les feuilles, a lieu cependant aussi au sein de toutes les parties de la plante, mais dans des récipients spéciaux : il chemine à l'état de sels solubles, dans les vaisseaux jusqu'aux cellules à raphides, où il devient insoluble en rencontrant la chaux des gummates et autres sels calcaires; soit enfin parce qu'il se forme d'abord des composés oxaliques éthérés, dérivés des sucres, hydrates de carbone et autres alcools polyatomiques, lesquels sont graduellement décomposés au contact des sels calcaires : comme on peut l'observer lorsqu'on met l'éther oxalique en présence d'une dissolution aqueuse de chlorure de calcium.

» L'acidité proprement dite est inférieure à celle de l'acide oxalique total dans les limbes du *Rumex;* mais elle la surpasse dans les pétioles, ainsi que dans les racines : ce qui y accuse la présence d'acides autres que l'acide oxalique, particulièrement abondants dans les pétioles.

» L'acide libre des racines est d'ailleurs distinct de l'acide oxalique, ce dernier s'y trouvant entièrement à l'état insoluble.

» Ces acides semblent formés pendant la période d'activité spéciale de la végétation qui s'est écoulée depuis la première analyse.

» Le dosage des cendres a montré que la chaux surpasse celle qui répondrait à l'acide oxalique total dans les racines, lesquelles ne contiennent point, en effet, d'oxalates solubles. Au contraire, la chaux fait défaut dans les pétioles et dans les limbes, par rapport à l'acide oxalique total. Dans les pétioles, elle est à peine supérieure à la dose qui répond à l'acide oxalique sous forme insoluble. Dans les limbes, elle est à peu près double.

» Les limbes contiennent donc à la fois des oxalates solubles et des sels calcaires, autres que des oxalates, à dose presque équivalente; mais circulant ou confinés dans des vaisseaux et cellules distincts; ou bien à l'état de sels doubles et de composés éthérés.

4. — 27 *septembre* 1885. — Quelques tiges montées à graine. Moyenne de 14 pieds. La mesure du titre acide offre de grandes difficultés, à cause de la coloration des jus.

	Sec.		Eau pour 100.	Acide oxalique absolu			Acide oxalique relatif à 100 parties		
				soluble.	insoluble.	total.	soluble.	insol.	total.
Racines........	4gr,145	60,0	196	0gr,0022	0gr,0683	0gr,0705	0,05	1,65	1,70
Tiges et pétioles.	1,768	25,5	950	0,0745	0,0288	0,1033	4,21	1,63	5,84
Feuilles (limbes).	1,001	14,5	877	0,0380	0,0067	0,0447	3,79	0,67	4,46
	6gr,914	100,0	488	0gr,1147	0gr,1038	0gr,2185	1,65	1,51	3,16

» Le poids absolu de l'acide oxalique a continué à croître, mais dans une proportion moindre que celui de la plante; de telle sorte que le poids relatif de l'acide, à ce moment, n'est plus que le tiers de ce qu'il était en juin et le quart du début. Cette baisse a eu lieu surtout dans les racines et dans les limbes; les pétioles n'ayant diminué que de moitié. La racine ne renferme guère que des oxalates insolubles. Mais les oxalates solubles sont devenus prépondérants dans les limbes et les pétioles : ces derniers surpassent même les limbes.

» La diminution relative des oxalates, à cette époque, répond à celle des cendres; car celles-ci, aussi bien que les carbonates solubles et insolubles, ont diminué d'environ moitié. Ceci traduit l'accroissement des tissus ligneux, des albuminoïdes et principes immédiats de toute nature de la plante. La chaux est en excès par rapport à l'acide oxalique dans la racine; cependant il s'y trouve quelque peu d'oxalates solubles. Dans les pétioles et tiges, elle ne suffirait pas à tout saturer. Les limbes offrent cette circonstance singulière d'être à la fois très riches en oxalates solubles et en chaux.

» Il s'agit maintenant de savoir sur quels tissus a porté principalement l'accroissement du végétal, devenu prépondérant par rapport à l'acide oxalique. Sont-ce les tissus ligneux, à l'exclusion des principes azotés?

» 5. Nous avons pris une certaine quantité de feuilles de *Rumex*, le 20 octobre 1885. Elles contenaient 11,68 centièmes de matière sèche. L'azote a été dosé, dans cette matière, sous deux conditions :

» 1° Azote total : 4,67 centièmes; ce qui répond à 28,0 de principes albuminoïdes.

» 2° Azote dans la matière épuisée par l'eau alcoolisée (à 60 pour 100).

Matière primitive sèche.............	100,0
Résidu insoluble....................	61,3

» L'azote, dans 100 parties de ce résidu, s'élevait à 4,34 centièmes; soit 26,0 de principes albuminoïdes coagulés; ce qui fait, pour 61,3 : 16,0.

» Les principes azotés dissous (peptones et analogues) s'élevaient à 12,0. On voit par ces nombres que les feuilles d'oseille sont extrêmement riches en matières azotées, ce qui rend compte de leur emploi dans l'alimentation. Ces jeunes pousses ne sont pas, d'ailleurs, comparables à une plante embryonnaire et s'en distinguent par divers caractères chimiques.

» La formation prépondérante des principes azotés offre avec celle de l'acide oxalique une corrélation remarquable. En effet, nous avons établi que la formation de l'acide oxalique a lieu dans les feuilles, de préférence à la tige et aux racines. Il paraît en résulter que cette formation n'est pas attribuable à un phénomène d'oxydation, tel que celui qui préside à la fabrication des azotates dans la tige. Les feuilles, en effet, sont par excellence des organes de réduction. En ce qui touche les azotates en particulier, les feuilles du *Rumex acetosa*, analysées le 23 octobre, n'en contenaient pas. Au mois de mai, aux débuts, elles n'en renfermaient que des traces : résultat conforme à nos anciennes analyses. C'est d'ailleurs un fait général, que les azotates se détruisent dans les feuilles des végétaux (*Annales de Chimie et de Physique*, mai 1886, p. 41, 42, 66, etc.). L'acide oxalique paraît donc devoir être attribué à une réduction incomplète de l'acide carbonique par le végétal. Mais, s'il en est ainsi, il doit exister un produit complémentaire plus riche en hydrogène ; car le rapport de volume entre l'oxygène exhalé et l'acide carbonique absorbé par les plantes ne s'écarte guère de l'unité, d'après toutes les analyses ; ce qui est conforme à l'équation admise, d'après laquelle l'oxygène provient par moitié de l'acide carbonique et par moitié de l'eau :

$$C^2O^4 + H^2O^2 = C^2H^2O^2 + O^4.$$

» L'existence de ce groupement fondamental CHO, point de départ commun de la synthèse artificielle et de la synthèse naturelle des composés organiques, a été mise en évidence par l'un de nous, il y a bien longtemps [1], et traduite sous la formule équivalente de l'aldéhyde méthylique par M. Baeyer. Quoi qu'il en soit, étant admise la conservation du rapport entre les volumes de l'acide carbonique absorbé et de l'oxygène exhalé, la formation de l'acide oxalique, $C^4H^2O^8$, aux dépens du groupement

(1) *Leçons sur les méthodes générales de synthèse*, p. 181; 1864. — *Chimie organique fondée sur la synthèse*, t. I, p. 13; 1860.

$(C^2H^2O^2)^n$, exige celle d'un principe complémentaire, plus hydrogéné que les hydrates de carbone

$$2(C^2H^2O^2) + 2H^2O^2 = C^4H^2O^8 + H^6.$$

Or les principes albuminoïdes trouvés dans le *Rumex acetosa* satisfont à cette condition. Précisons davantage. Les feuilles analysées renfermaient 4,5 centièmes d'acide oxalique ($C^4H^2O^8$) et 28,0 centièmes de principes albuminoïdes. D'une part, aux 4,5 centièmes d'acide oxalique répond un excès d'oxygène de 2,2 sur les proportions de l'eau, complémentaire d'un déficit de 0,28 d'hydrogène. Mais les 28 centièmes d'albuminoïde contiennent, d'autre part, 1 centième environ d'hydrogène excédant sur ces mêmes proportions de l'eau. Cette dose d'albuminoïde satisfait donc bien aux conditions du problème de la formation de l'acide oxalique. Elle suffit, par surcroît, aux petites doses de carbonates que nous avons signalées précédemment dans les feuilles de *Rumex acetosa*, telles que 0,78, le 26 juin (ce Recueil, t. CI, p. 26); et elle laisse subsister, en outre, l'excès d'hydrogène signalé par les analystes dans la composition élémentaire des végétaux. On voit par là comment on peut concevoir les actions réductrices et les actions complémentaires qui donnent lieu, dans les feuilles, à la formation des acides végétaux, tels que l'acide oxalique, et des albuminoïdes, en même temps qu'à celle des hydrates de carbone solubles et insolubles. La statique chimique des végétaux se trouve enrichie ainsi de notions importantes et nouvelles. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Remarques sur la Communication de MM.* Berthelot *et* André, *insérée aux* « *Comptes rendus* » *de la dernière séance, relative à la proportion et au dosage de l'ammoniaque dans les sols;* par M. **Th. Schlœsing.**

« Je lis dans cette Communication : « Ce dosage s'effectue, comme on » sait, par le procédé Schlœsing; on mêle un poids connu de la terre étu- » diée avec une solution concentrée de soude, etc. »

» Je suis bien l'auteur d'un procédé de dosage de l'ammoniaque fondé sur la diffusion de l'ammoniaque, à froid, dans une atmosphère confinée, en présence d'acide sulfurique titré, mais je n'ai point appliqué ce procédé à la terre végétale; j'ai encore moins conseillé l'emploi d'une dissolution

concentrée de soude. Cette application ne m'appartient pas, et je désire qu'elle ne me soit pas attribuée.

» Je lis encore, à la fin de la même Communication, une conclusion que je ne puis admettre : « La terre arable, humectée, tend à émettre conti» nuellement dans l'atmosphère l'ammoniaque des sels ammoniacaux » qui y sont contenus. » Pour moi, c'est la proposition contraire qui est vraie, parce que je crois l'avoir démontrée par des expériences très nettes; je la formule ainsi : la terre végétale, sèche ou humide, tend, généralement, à emprunter de l'ammoniaque à l'atmosphère. Une terre sèche réalise cet emprunt jusqu'à ce que la tension de l'ammoniaque y soit égale à celle de l'ammoniaque atmosphérique; une terre humide le réalise encore mieux, parce que l'ammoniaque y est convertie en nitrates, à mesure qu'elle est absorbée, et qu'ainsi sa tension dans la terre demeure très inférieure à celle de l'ammoniaque de l'air, aussi longtemps que persiste l'humidité.

» Au reste, quelles sont les observations rapportées dans la Communication de MM. Berthelot et André, sur lesquelles est appuyée la conclusion que je combats? Sur les pertes subies par diverses terres, au cours d'une dessiccation d'une durée de quinze heures, dans le vide froid, sur l'acide sulfurique. Je laisse de côté les sables argileux et les kaolins, qui ne contiennent pour ainsi dire pas de matière organique, l'élément doué essentiellement de la propriété d'absorber certains principes fertilisants, et l'ammoniaque en particulier : ce ne sont pas des terres végétales. De celles-ci, MM. Berthelot et André en étudient deux; l'une contient $77^{mg},8$, l'autre $118^{mg},25$ d'azote ammoniacal par kilogramme : ce sont des terres exceptionnellement riches en ammoniaque. M. Boussingault, en effet, résume un certain nombre de dosages dans diverses terres, en disant [1] : « L'ammoniaque *toute formée* dans 1^{kg} des terres végétales de nos contrées » que j'ai examinées jusqu'à présent ne dépasserait donc pas $0^{gr},020$. » De mon côté, tous les dosages que j'ai pu exécuter m'ont fourni des nombres compris entre 5^{mg} et 20^{mg}. Avec des taux de cet ordre, les terres arables ont une tension ammoniacale très inférieure à celle de l'air; c'est pourquoi elles ont la propriété de soutirer cet alcali à l'atmosphère. Mais celles de MM. Berthelot et André sont peut-être assez riches pour que la tension ammoniacale y égale ou dépasse celle de l'atmosphère; dès lors, exposées à l'air libre, elles peuvent ne rien gagner ou même subir des pertes. Mais

---

(1) *Études sur le chaulage des terres arables* (*Agronomie*, t. III).

si elles ont été exposées dans le vide, en présence d'acide sulfurique, comme le laisse supposer le Tableau des résultats obtenus par MM. Berthelot et André, il est évident qu'elles n'ont pu que perdre de l'alcali : une terre végétale de richesse ordinaire en perdrait infailliblement dans de pareilles conditions, tout en demeurant parfaitement capable d'en absorber au contact de l'atmosphère. »

CHIMIE. — *L'holmine (ou terre X de M. Soret) contient au moins deux radicaux métalliques.* Note de M. **Lecoq de Boisbaudran.**

M. **Lecoq de Boisbaudran** demande l'ouverture d'un pli cacheté qu'il a déposé le 27 avril 1886.

Ce pli, inscrit sous le n° 4044, est ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel ; il contient la Note suivante :

« En octobre 1878 (*Comptes rendus*, t. LXXXVII, p. 559), M. Delafontaine annonçait une nouvelle terre, la *philippine,* et lui attribuait la forte bande d'absorption placée à environ 164,25 de mon échelle ($\lambda = 451,5$), laquelle bande était comprise dans le spectre de l'ancienne erbine.

» Au commencement de 1880 (*Comptes rendus*, t. XC, p. 221), M. Delafontaine reconnut que la bande 451,5 est due au même corps que les autres bandes, considérées par M. Soret et par M. Clève, comme caractéristiques de l'holmium. M. Delafontaine ajoutait que cet holmium était identique avec son philippium : il disait en particulier qu'aucun fait ne permettait d'admettre que la bande 451,5 ne provient pas du même corps que les bandes 640,4 et 536,3.

» Enfin, en août 1880 (*Comptes rendus*, t. XCI, p. 378) et septembre 1880 (*Archives des Sciences physiques et naturelles,* p. 80 ; Genève, 15 septembre 1880), M. Soret rappelait que M. Delafontaine avait renoncé à son ancienne idée de l'identité de l'holmium et du philippium, après avoir constaté que ce dernier corps ne donne pas de spectre d'absorption visible, et que les bandes qu'il lui aurait d'abord attribuées appartiennent bien à l'holmium.

» Il résulte de ce court résumé historique de la question :

» 1° Que la philippine de M. Delafontaine n'a pas de spectre d'absorption visible ;

» 2° Que toutes les bandes du Tableau suivant (établi par M. Soret)

sont actuellement regardées comme appartenant à un seul élément, l'holmium.

Spectre visible de la terre X, ou holmine, d'après M. Soret.

804 (?)	Très forte.	474,5	Très faible et nébuleuse.
753	Faible.	453 à 449	
640,4	Très caractéristiques.	430	Douteuse.
536,3		414,5	
485,5		389 à 387	

» Je suis cependant parvenu, au moyen de plusieurs centaines de fractionnements par l'ammoniaque et par le sulfate de potasse, à obtenir, d'une part, des terres montrant encore fort bien 753 et 451,5 en l'absence complète de 640,4 et 536,3 et, d'autre part, des terres donnant 753 et 451,5 beaucoup plus faiblement, quoique 640,4 et 536,3 se voient très nettement.

» L'oxyde appelé jusqu'ici *holmine* n'est donc pas homogène et renferme *au moins* deux radicaux.

» Comme les bandes 640,4 et 536,3 sont surtout celles qui ont servi à M. Soret et à M. Clève pour reconnaître la présence d'un élément nouveau dans l'ancienne erbine, je propose de conserver le nom d'*holmium* à l'élément producteur de ces bandes et d'appeler *dysprosium* (symbole Dy) ([1]) le métal qui donne les bandes 753 et 451,5.

» Il y a maintenant une étude à faire pour s'assurer que 640,4 et 536,3 sont bien dues à la même terre ; ainsi, pour 753 et 451,5 ([2]).

» Quant aux autres bandes, contenues dans le Tableau ci-dessus, il faudra les classer et voir si elles peuvent être toutes réparties entre les spectres Ho et Dy.

» Dans les fractionnements par le sulfate de potasse et l'alcool, les premiers précipités renferment surtout la terbine, puis viennent la dysprosine, l'holmine et enfin l'erbine. »

([1]) De Δυσπρόσιτος : d'un abord difficile.

([2]) M. Soret indique 753 comme faible ; je la vois assez forte, avec des produits qui ne donnent ni 640,4, ni 536,3, tandis qu'elle est à peu près nulle dans des cas où 640,4 et 536,3 sont assez distinctes et où 451,5 se voit encore nettement, quoique très atténuée. D'après l'état actuel de mes observations, les bandes 753 et 451,5 semblent donc suivre les mêmes variations d'intensité.

CHIMIE. — *Sur le dysprosium*. Note de M. **Lecoq de Boisbaudran.**

« Depuis le dépôt du pli cacheté ci-dessus reproduit, j'ai continué mes observations ; je demande la permission de les résumer ici.

» Les terres qui ne montrent plus les raies d'absorption de l'holmium (640,4 et 536,3), mais qui donnent très bien les bandes du dysprosium, 753 et 451,5, sont encore très riches en terbine. Cependant ces bandes, 753 et 451,5, non plus que les autres dont il va être parlé, ne sauraient être attribuées à la terbine elle-même, car elles sont très notablement plus fortes chez les terres relativement pâles que dans ma terbine la plus colorée; or, la teinte jaune rouge foncé est le caractère distinctif de la terbine.

» Les bandes du Dy ne sont point dues à Er, Sm ni Di, dont les principales raies sont invisibles avec mes meilleures préparations. Les fractionnements par le sulfate de potasse et l'alcool avaient d'ailleurs rejeté le Di et le Sm en tête et le Er en queue, au delà même de Ho.

» Avec les terres ainsi purifiées, on voit en outre de 753 et de 451,5 :

» 1° Un indice certain de 804 (1);

» 2° Une bande large et nébuleuse, ayant son centre placé à 148,3 environ de mon échelle ($\lambda = 475$). Cette bande ne se confond pas avec celle, moins large et un peu plus réfrangible, qu'on voit très facilement quand l'holmium est abondant, et pour laquelle j'ai trouvé la position suivante :

Ho, 149,1, $\lambda = 473,7$ Milieu apparent. Large de $2\frac{1}{2}$ divisions environ. Plus nébuleuse à gauche qu'à droite.

» 3° Une raie, ou bande assez peu large, probablement celle qui est indiquée comme douteuse à $\lambda = 430$ par M. Soret. J'ai trouvé pour sa position : 183,7, $\lambda = 427,5$. Cette bande est facilement visible dans toutes mes préparations de Dy pur (2), et se voit également avec les mélanges qui contiennent à la fois Ho et Dy.

» En résumé, les bandes suivantes subissent les mêmes variations d'in-

---

(1) Cette bande est à l'extrême limite du spectre visible dans mon instrument; je n'ai donc pu que constater sa présence, et encore avec quelque peine.

(2) Sels assez purs au point de vue de l'absorption spectrale, mais contenant une forte proportion de terbine.

tensité et paraissent devoir être attribuées au dysprosium. Je fais cependant des réserves au sujet de 804, que je n'ai pas suffisamment étudiée. Excepté pour 804, je donne les mesures que j'ai faites, ne les considérant d'ailleurs que comme provisoires et seulement approchées ([1]).

Micromètre.	λ.	Observations.
(à Dy?)	804	Plus large que 756,3, mais *beaucoup moins apparente.* (Peut-être à cause du manque de lumière en cette partie du spectre?)
γ 67,06 environ	756,5	Assez peu large. M. Soret donne la position $\lambda = 753$, mais ce doit être la même bande.
β 148, 3 environ	475,0	Très nébuleuse et large de $4\frac{1}{2}$ à 5 divisions du micromètre.
α 164, 2	451,5	A bords nébuleux, mais moins indécis que ceux de la précédente. Large de $4\frac{1}{4}$ à $4\frac{1}{2}$ divisions du micromètre. Beaucoup plus forte que 475.
δ 183, 7 environ	427,5	Assez peu large, bien que paraissant l'être un peu plus que 756,5.

» Depuis longtemps déjà, je m'étais convaincu de l'impossibilité d'attribuer la bande β 148,3 ($\lambda = 475$) à aucun des corps connus, y compris l'holmium tel qu'il était défini par son spectre d'absorption (*voir* le Tableau de M. Soret), mais la difficulté extraordinaire qu'on rencontre dans la séparation du dysprosium d'avec l'holmium et l'erbium, d'une part, et le terbium, de l'autre, m'avait empêché de publier cette observation. La pénurie de matière à laquelle m'ont réduit de si nombreux fractionnements a aussi été une grande cause de gêne dans ce travail. »

M. **Berthelot** dépose, sur le Bureau de l'Académie, un Ouvrage qu'il vient de publier, et s'exprime en ces termes :

« Je prie l'Académie de vouloir bien agréer l'hommage d'un Ouvrage que je viens de publier sous le titre de « Science et Philosophie ([2]) ». Aussi bien est-ce sous son patronage qu'ont été écrits les principaux morceaux réunis dans cet Ouvrage, soit qu'il s'agisse de la Synthèse chimique, de la Mécanique chimique, de la Théorie des matières explosives, de l'Histoire de la Science en général et celle de quelques-uns des membres

---

([1]) Pour déterminer les bandes faibles, il faudrait plus de matière que je n'en possède actuellement.

([2]) 1 vol. in-8°, chez Calmann Lévy.

contemporains les plus illustres de l'Académie; soit que je rappelle mon modeste concours aux services de l'Enseignement et de la Défense nationale. L'Académie a toujours été propice aux études inspirées par l'amour de la Patrie et de l'Humanité. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Chimie, en remplacement de feu M. *Dessaignes*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 47,

M. Baeyer obtient.	41	suffrages.
M. Roscoe »	4	»
M. Graebe »	1	»
M. Kekulé »	1	»

M. **Baeyer**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

MÉMOIRES LUS.

M. **Ch. Brame** donne lecture d'un Mémoire intitulé : « La Théorie des ombres colorées établie sur de nouveaux effets du prisme. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MM. **Nocard** et **Mollereau** adressent, pour le Concours des prix de Médecine et de Chirurgie, un Mémoire intitulé : « Études expérimentales et cliniques sur la mammite contagieuse des vaches laitières ».

(Renvoi à la Commission.)

M. **J. Chamard** adresse une Note complémentaire au travail qu'il a présenté sous le titre : « Paradoxe hydrodynamique ».

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Ouvrage de M. *Ém. Mathieu*, intitulé : « Théorie du potentiel et ses applications à l'électrostatique et au magnétisme. » (Présenté par M. Darboux);

2° Une brochure de MM. *U. Gayon* et *G. Dupetit*, portant pour titre : « Recherches sur la réduction des nitrates par les infiniment petits. » (Ce travail, présenté par M. Pasteur, est renvoyé au Concours du prix Ponti.)

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle comète a 1886 (Brooks I), faites à l'observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest)*. Note de M. G. **Bigourdan**, communiquée par M. Mouchez.

Dates. 1886.		Étoiles de comparaison.	Grandeurs.	Comète — étoile. Ascension droite.	Déclinaison.	Nombre de compar.
				m s	′ ″	
Mai 1.....	a	Anonyme.	10,5	−0.17,93	−2.22,9	12:12
1.....	a	Id.	»	−0. 2,99	−3.24,0	8:8
2.....	b	180 BD + 59°.	9	+0.19,47	+4.45,1	8:8
2.....	b	Id.	»	+0.28,74	+4. 2,7	8:8

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1886.	Étoiles de comp.	Ascension droite moy. 1886,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1886,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Mai 1......	a	0.52. 0,19	−0,49	+60.23.12,2	−9,6	Rapportée à c.
2......	b	0.59. 5,55	−0,48	+59.42. 0,4	−9,6	Rapportée à d.
	c	0.56.36,08	»	+60.27.42,6	»	Arg. Œ$_1$.
	d	0.54. 9,77	»	+59.44.40,5	»	Johnson.

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1886.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Mai 1.......	9.11.23	0.51.41,77	»	+60.20.39,7	»
1.......	9.58.40	0.51.56,71	»	+60.19.38,6	»
2.......	10. 4.13	0.59.24,54	»	+59.46.35,9	»
2.......	10.36.32	0.59.33,81	»	+59.45.53,5	»

» REMARQUES. — *Mai* 1. La comète est une nébulosité ronde, de 2 de diamètre environ, plus brillante au centre, sans noyau.

» *Mai* 2. Vers le centre de la nébulosité, je soupçonne un noyau très faible qui scintille légèrement.

» Avec l'équatorial j'ai rapporté les étoiles *a* et *b* respectivement à *c* et *d*; j'ai obtenu ainsi

			Comparaisons.
	m s	′ ″	
⋆*a* — ⋆*c*.........	−4.35,89	−4.30.4	6:8
⋆*b* — ⋆*d*.........	+4.55,78	−2.40,1	6:8

ASTRONOMIE. — *Sur le spectre de la comète Fabry*. Note de M. CH. TRÉPIED, présentée par M. Mouchez.

« Le spectre de la comète Fabry a été, depuis le 7 avril, l'objet d'un examen suivi, à l'observatoire d'Alger. Il s'est montré formé des trois bandes ordinaires traversées par un spectre continu. Malgré les conditions assez défavorables dans lesquelles on l'observait, résultant de la faible distance de la comète à l'horizon, ce spectre a toujours paru dans son ensemble très brillant, et a permis d'employer une fente relativement très étroite, $0^{mm},2$ environ. On a donc pu constater d'une manière très certaine la coïncidence des bandes avec les deux bandes vertes et la première bande bleue qui se voient dans le spectre des hydrocarbures.

» Mais le système des bandes et la partie continue n'avaient pas entre elles le rapport d'éclat que l'on aurait pu prévoir d'après l'observation directe de la comète. Le noyau, très net, d'apparence véritablement stellaire, paraissait très brillant par rapport aux parties voisines de la chevelure. Ces dernières, et la queue elle-même, donnaient cependant un spectre de bandes d'un éclat bien supérieur à celui du spectre linéaire du noyau. On voit par là que la proportion de lumière solaire réfléchie est faible dans cette comète, et c'est aussi le caractère que présentait l'année dernière la comète d'Encke; seulement l'éclat général est, dans le cas actuel, beaucoup plus considérable.

» Ces observations me paraissent conduire à cette conclusion que, d'une part, il y a, dans la comète Fabry, comme dans la comète d'Encke, prédominance des éléments gazeux, et que, d'autre part, l'éclat relatif du noyau d'une comète n'est pas nécessairement en rapport avec le degré de condensation de la matière cométaire.

» Les bandes brillantes se voyaient facilement, comme on l'a dit plus haut, dans la queue. Le 14 avril, j'ai pu en constater la présence certaine jusqu'à 20′ du noyau. A cette même date, le noyau paraissait comme une étoile de cinquième grandeur environ, et la longueur de la queue dépassait trois degrés.

» Ces remarques, et les conclusions qui en résultent, sont confirmées par les observations de Nice, que MM. Thollon et Perrotin ont bien voulu me communiquer. »

PHYSIQUE. — *Sur la densité de l'air atmosphérique liquide et de ses composants, et sur le volume atomique de l'oxygène et de l'azote.* Note de M. S. **Wroblewski.**

« Étant donnée la grande importance de la connaissance de la densité des gaz à l'état liquide, j'ai déterminé la densité de l'air atmosphérique et de ses composants par un procédé analogue à celui du flacon, c'est-à-dire en mesurant le gaz qui, après avoir été liquéfié, a rempli un réservoir d'un volume connu. Au moyen d'appareils construits dans ce but, j'ai pu déterminer ces densités, aussi bien sous de hautes pressions à des températures approchant de la température critique des gaz, que dans le vide à des températures les plus basses auxquelles on arrive par l'évaporation de l'oxygène et de l'azote liquide.

» I. Toutes mes recherches sur la densité de l'oxygène se trouvent résumées dans la formule suivante

$$d = 1{,}212 + 0{,}00428\,\mathrm{T} - 0{,}0000529\,\mathrm{T}^2,$$

dans laquelle d représente la densité rapportée à l'eau à 4°C. et T la température absolue. Après avoir rempli le réservoir déjà mentionné, le liquide à de hautes températures était soumis à des pressions un peu plus fortes que celles qu'exige la liquéfaction. A de basses températures à partir de la température d'ébullition sous la pression atmosphérique, le liquide se trouvait seulement soumis à la pression de sa vapeur saturée ([1]). Cette formule ne

([1]) Pour les pressions de la vapeur saturée de l'oxygène, de l'azote et de l'air, voir mes Mémoires : *Sur l'emploi de l'oxygène, de l'azote, de l'oxyde de carbone et de l'air atmosphérique bouillants comme moyens refrigérants,* et *Sur les propriétés de l'air atmosphérique liquide,* publiés par l'Académie impériale de Vienne (*Sitzungsberichte,* vol. XCI et XCII).

peut être appliquée que depuis la température critique de l'oxygène, c'est-à-dire depuis $-118°$ C., où la densité de l'oxygène est égale à 0,6, jusqu'à $-200°$C., où la densité, sous la pression de $0^m,02$, atteint 1,24, c'est-à-dire devient de beaucoup supérieure à celle de l'eau. Ainsi le volume atomique de l'oxygène, c'est-à-dire le quotient du poids atomique par la densité, est inférieur à 14 et n'est pas égal à 16 comme le prétendait Dumas.

» II. Le Tableau suivant résume les résultats obtenus avec l'azote. Quand le gaz était liquéfié à des températures voisines de la température critique, il était soumis à des pressions plus grandes que la tension de vapeur saturée correspondante à ces températures; aussi ai-je donné à côté de cette pression la valeur de la tension.

Température.	Pression en atmosphères.	Tension de la vapeur saturée en atmosphères.	Densité rapportée à l'eau à 4°C.	Coefficient de dilatation.
— 146°,6.........	38,45	32,2	0,4552	
— 153,7.........	30,65	20,7	0,5842	0,0311
— 193,0.........	1,00	1,0	0,83	0,007536
— 202,0.........	0,105	0,105	0,866	0,004619

» Ainsi la densité de ce gaz, étant à l'état critique égale à 0,44, approche au moment de sa solidification (à $-203°$C.) de 0,9. Le volume atomique de l'azote est donc bien voisin de 15,5.

» On voit donc que dans la célèbre courbe de volumes atomiques de M. Mendeleeff doit exister un minimum pour l'oxygène entre l'azote et le sodium.

» III. L'air atmosphérique, que l'on pourrait à première vue prendre pour un gaz homogène, se comporte surtout à de basses températures et sous de faibles pressions, comme je l'ai du reste montré dans ma Note du 28 septembre 1885, comme un mélange dont les composants sont soumis à différentes lois de liquéfaction. Sa composition changeant à chaque instant, on ne peut pas désigner la densité de l'air liquide, soit sous la pression atmosphérique, soit dans le vide. Aussi n'ai-je déterminé la densité de l'air que dans des conditions qui ne diffèrent pas trop de l'état critique. La valeur trouvée dans ce cas par l'expérience ne diffère pas de celle que l'on peut calculer à l'aide de la densité de l'oxygène et de l'azote liquide. Ainsi, d'après ces calculs, il résulterait que la densité de l'air liquide à $-146°,6$ C. et 45^{atm} doit être égale à 0,6. L'expérience a donné 0,59.

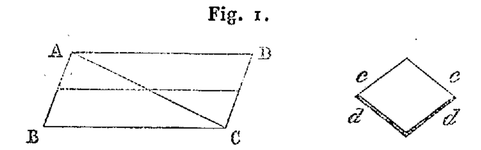
» Quant à la publication du Tableau complet, je me réserve de la faire dans un Mémoire spécial. »

OPTIQUE. — *Méthode pratique pour l'exécution des prismes de Nicol et de Foucault.* Note de M. **L. Laurent**, présentée par M. A. Cornu.

« On sait que le nicol est formé d'un cristal de spath d'Islande ABCD (*fig.* 1). On le scie en deux suivant AC; les parties sciées sont polies et collées au baume de Canada. Un rayon lumineux qui traverse un nicol bien exécuté ne doit pas en sortir dévié.

» Pour arriver à ce but, il faut remplir les conditions suivantes : les faces terminales AB, CD doivent être *parallèles* aux clivages; les surfaces intérieures AC doivent faire des angles *égaux* avec les premières et être *également* inclinées sur les faces latérales; enfin les surfaces polies doivent être *planes*.

Fig. 1.



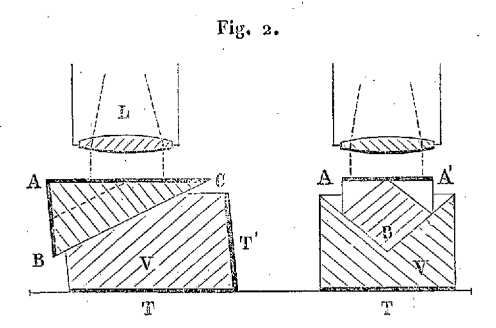
» Dans les ateliers, on prend pour *guides* les faces terminales AB, CD; on les travaille en se réglant sur les clivages, par à peu près; l'angle de ces faces avec les faces intérieures AC se prend au goniomètre d'application pour *chaque* pièce, et l'inclinaison sur les faces latérales se fait à l'œil; il faut rechercher par tâtonnements les demi-nicols qui se compensent le mieux.

» J'ai combiné un *outillage* mécanique spécial, afin de faciliter l'exécution difficile des petits nicols. Il se compose de douze pièces V identiques, en laiton : l'une est représentée (*fig.* 2); elles sont fixées sur un plateau rond en laiton P (*fig.* 3); celui-ci porte un miroir M parallèle à la face T. Un demi-nicol *type* ABC (*fig.* 2) sert à contrôler les pièces V; j'indiquerai plus tard comment je l'obtiens. Le type étant collé dans une pièce V, le talon T devra être parallèle à la face AC et T' parallèle à AB; on les vérifie en plaçant la pièce et le type sous une lunette autocollimatrice ([1]), et l'on corrige la pièce.

([1]) Voir *Comptes rendus*, t. CII, p. 545; 1886.

La matière est clivée en petits morceaux de grandeur convenable; à chacun d'eux, on dépolit les quatre faces latérales, bien *parallèles* aux clivages : ce sont les *guides;* on scie les spaths et on les colle sur les pièces V que l'on

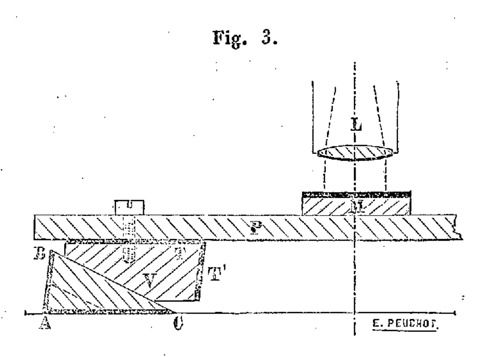
Fig. 2.



visse sur le plateau P (*fig.* 3). D'un seul coup on polit douze faces intérieures AC parallèles au miroir M; on revisse les pièces sur le talon T', et l'on fait, de même, les faces des bouts AB. Les demi-nicols étant détachés de leurs pièces V, on peut en prendre indistinctement deux et les coller à demeure. Le travail de l'opticien est constamment ramené à exécuter des surfaces *parallèles* à un plan donné.

» Les nicols exécutés par ces procédés pourront plus tard, à la suite d'usure, être *repolis* dans ces mêmes outils, car les faces mates servant de

Fig. 3.



guides sont conservées; c'est un avantage très important. Jusqu'ici, quand on retouchait au poli d'un nicol, on rendait celui-ci moins bon qu'auparavant.

» Les pièces V servent aussi à faire les bouts des foucaults; il faut une autre série de pièces, pour faire les intérieurs.

» Le nicol comporte deux défauts principaux :

» 1° L'image n'est pas très souvent *nette;* cela tient aux surfaces.

» 2° Elle est presque toujours *excentrée*, parce que les faces ne font pas avec l'*axe* du spath les angles voulus.

» J'indiquerai le moyen suivant, qui permet d'améliorer beaucoup un nicol quelconque. On colle, au baume de Canada, sur les deux bouts du nicol, une glace mince choisie de façon à compenser l'excentricité (dans certains cas, on n'en collera qu'une); on obtient ainsi un système optique dont les faces extérieures sont planes, et l'on corrige les deux défauts à la fois; de plus, on *protège* les bouts, qui se rayent si facilement.

» *Lunettes autocollimatrices.* — Les clivages du spath ne donnent pas toujours une image bien visible. J'ai combiné un deuxième type de lunette, dans lequel on examine l'image réfléchie d'un petit *trou* rond *éclairé*, sur fond sombre; ce dispositif rend l'observation plus facile, surtout dans le cas de surfaces imparfaites. Le trou est percé sur le pourtour du diaphragme à fils et est éclairé par un petit prisme à réflexion totale. Elle sert aussi à d'autres usages. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la pénétration de la lumière dans la profondeur de la mer à diverses heures du jour.* Note de MM. **H. Fol** et **E. Sarasin**, adressée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Nous avons eu l'honneur d'exposer l'année dernière à l'Académie les premiers résultats de l'étude que nous avons entreprise pour déterminer la profondeur à laquelle la lumière du jour pénètre dans les eaux de la mer dans les conditions les plus favorables d'éclairage [1]. Poursuivant encore cette année le même genre d'expériences, nous nous sommes attachés à la recherche de la relation qui existe entre la profondeur que la lumière atteint dans l'eau et l'inclinaison du Soleil ou les variations dans la force de l'éclairage.

» Nous rappelons que la méthode employée consiste à rechercher l'effet produit sur des plaques photographiques au gélatinobromure d'argent par une exposition de durée constante à différentes profondeurs de la mer. La plaque est disposée dans un châssis en laiton qu'on intercale dans la ligne

(1) *Sur la pénétration de la lumière dans les eaux du lac de Genève* (*Comptes rendus*, t. XCIX, p. 783; 10 novembre 1884). — *Sur la profondeur à laquelle la lumière du jour pénètre dans les eaux de la mer* (*Comptes rendus*, t. C, p. 991; 13 avril 1885).

de sonde et que la traction du plomb de sonde suffit à maintenir fermé. Dès que le plomb touche le fond, la traction cesse et, le châssis s'ouvrant par l'action d'un ressort antagoniste, la plaque se trouve exposée dans une position horizontale jusqu'au moment où l'on commence à rentrer la ligne.

» Connaissant, par un sondage préalable, la profondeur de la mer au point où l'on opère, on peut, en introduisant une longueur voulue de corde entre le poids et l'appareil, faire ouvrir ce dernier à la distance de la surface qu'on désire.

» Comme nous ne recherchions plus une seule limite maximum, mais une série de limites, à des moments précis de la journée, il nous fallait des séries de plaques exposées au même instant à diverses profondeurs et absolument comparables entre elles. Au lieu d'un seul grand appareil, nous en avons employé douze petits, construits sur le même principe, que nous placions à intervalles réguliers le long de la corde. Pour éviter avec cette disposition que les appareils inférieurs n'empêchent, par leur poids, les autres de s'ouvrir lorsque cesse l'action du plomb de sonde, chaque appareil et la corde correspondante étaient exactement contre-balancés par des flotteurs de verre en forme d'ampoules.

» Les plaques sensibles étaient celles au gélatinobromure extra-rapide de M. Lumière à Lyon; elles étaient protégées par un vernis contre l'action de l'eau de mer. La durée de l'exposition et celle du développement ont toujours été l'une et l'autre de dix minutes, comme dans nos précédentes expériences.

» Nous avons opéré dans une localité présentant une profondeur de 550^m environ, afin que la pureté de l'eau et la limite de la lumière ne soient pas influencées par le voisinage du fond. L'endroit choisi se trouve à 1300^m ou 1500^m environ au large du cap du mont Boron, qui sépare la rade de Villefranche du golfe de Nice.

» Parmi les séries de plaques obtenues, nous en mentionnerons trois qui ont bien réussi et sont particulièrement instructives :

» *Série* A. — Entre $1^h 15^m$ et $1^h 25^m$, heure du lieu, le 7 avril 1886, par conséquent le soleil étant à 60° environ au-dessus de l'horizon. Le ciel était d'une grande pureté et le soleil éclatant; une brise modérée de l'Est soulevait de petites vagues.

» La plaque 1, exposée à 430^m, ne présente aucune trace d'impression lumineuse.

» La plaque 2, exposée de 390^m à 393^m, une trace extrêmement faible, mais pourtant nette.

» La plaque 3, exposée à 350^m, une impression encore faible.

» La plaque 4, exposée à 310^m, une impression forte.

» La plaque 5, exposée à 270^m, une impression très forte.

» La plaque 6, exposée à 230^m, complètement noircie, ainsi que les suivantes.

» La limite de la lumière se trouve donc très exactement vers 400^m, en avril au milieu du jour, par un beau temps. C'est une confirmation aussi complète que possible de la conclusion à laquelle nous étions arrivés dans notre précédente campagne.

» *Série* B. — Entre 8^h20^m et 8^h30^m, heure du lieu, le 5 avril 1886. Ciel voilé d'une couche uniforme de nuées blanches assez épaisses pour que le soleil ne projette pas d'ombre. Brise de l'Est modérée.

» Les plaques 1, de 450^m, et 2, de 415^m, n'ont aucune trace d'impression.

» La plaque 3, de 350^m, présente une impression très légère, un peu moins forte que celle de la plaque 2 (390^m) de la série A.

» La plaque 4, de 315^m, est sensiblement de même force que la plaque 3 de la série A.

» La plaque 5 a manqué par accident.

» La plaque 6, de 245^m, et les suivantes sont complètement noircies.

» Série C. — Entre 6^h5^m et 6^h15^m, heure du lieu, le 8 avril. Le soleil couchant était caché par un banc de nuages noirs. Le reste du ciel était assez pur, avec quelques petits cirro-strati faiblement éclairés en blanc. La lumière était en somme faible et semblable à celle qu'on a d'habitude quand le Soleil vient de se coucher. La surface de la mer était peu agitée, avec légère brise de l'Ouest.

» Les plaques 1, de 400^m, 2, de 340^m, et 3 de 300^m n'ont aucune trace d'impression.

» La plaque 4, de 260^m, est de même force à peu près que la plaque 3 de la série A.

» La plaque 5, de 220^m, semblable à la plaque 4 de la série A.

» La plaque 6, de 180^m, comme la plaque 5 de la série A.

» La plaque 7 et les suivantes sont complètement noircies.

» La limite dans cette dernière série peut être placée avec toute probabilité à 290^m ou 295^m de la surface.

» Il résulte de ces expériences que les couches situées à 300^m sont éclairées chaque jour, non pas pendant un temps très court, mais pendant tout le temps que le Soleil passe au-dessus de l'horizon ; à 350^m, la lumière pénètre au moins pendant huit heures par jour.

» Suivant les Tableaux que M. Holetschek a dressés pour la latitude de Vienne, surtout d'après les expériences photochimiques de MM. Bunsen et Roscoë, l'intensité actinique de la lumière du ciel bleu serait, le 21 avril, de 33 à 8^h30^m du matin, de 38,07 à midi et de 14,18 à 6^h du soir ; celle du ciel et du Soleil à la fois serait en moyenne, en avril, de 75 à 8^h30^m du matin, de 133 à midi, et de 15 à 6^h du soir.

» D'après ces chiffres, la profondeur que les rayons actiniques atteignent dans la mer après le coucher du Soleil est très remarquable. Nous attendrons cependant d'avoir des données expérimentales plus nombreuses pour essayer de calculer une formule d'absorption, dont nous aurons à déterminer la constante pour l'eau de mer ([1]). »

CHIMIE. — *Sur les combinaisons de l'acide phosphorique avec l'acide titanique, la zircone et l'acide stannique.* Note de MM. **P. Hautefeuille** et **J. Margottet**, présentée par M. Debray.

« Nous avons établi que l'acide phosphorique trihydraté possède la propriété de dissoudre la silice, et qu'en déshydratant cette dissolution par la chaleur on détermine la précipitation d'une combinaison d'acide phosphorique et de silice, toujours cristallisée sous l'une des quatre formes suivantes : prismes hexagonaux aplatis, lamelles pseudo-hexagonales, octaèdres réguliers et prismes clinorhombiques ([2]).

» On sait que plusieurs combinaisons du titane, du zirconium et de l'étain présentent, avec les combinaisons correspondantes du silicium, des analogies allant souvent jusqu'à l'isomorphisme. Il était donc naturel de chercher à faire cristalliser par la même méthode les phosphates d'acide titanique, de zircone et d'acide stannique pour les comparer au phosphate de silice.

» L'acide phosphorique trihydraté, maintenu à une température inférieure à celle où il commence à se déshydrater, dissout les hydrates d'acide titanique, de zircone et d'acide stannique. Toutefois, la solubilité de ces trois derniers acides est inférieure à celle de la silice dans les mêmes conditions. En effet, tandis que l'acide phosphorique peut dissoudre plus de 5 pour 100 de silice, ce même acide ne dissout guère plus de 2 pour 100 d'acide titanique ou de zircone, et une proportion un peu plus forte d'acide stannique.

» Que la déshydratation soit lente ou rapide, le précipité a toujours la même forme cristalline et la même composition. Il est formé exclusive-

---

([1]) Nous devons nos meilleurs remerciements, pour la manière dont ils nous ont secondés, à M. A. Sicard, commandant de l'aviso de la Marine française *le Corse*, et à MM. les Officiers du bord.

([2]) *Comptes rendus*, t. XCIX, p. 789.

ment d'octaèdres ou de cubo-octaèdres très réfringents, d'une régularité parfaite, et sans action sur la lumière polarisée. Si l'on ajoute au bain $\frac{2}{100}$ à $\frac{3}{100}$ d'alcali, les cristaux grossissent et deviennent mesurables.

» Chacun de ces précipités est un phosphate dont la composition correspond exactement à celle du phosphate de silice PhO^5, SiO^2. Voici les méthodes que nous avons employées pour les analyser.

» *Phosphate de zircone.* — Ce produit est inattaquable par les acides concentrés et par le bisulfate de potasse. Il se décompose, au contraire, très facilement dans les carbonates alcalins en fusion; l'acide phosphorique passe à l'état de phosphate soluble, tandis que la totalité de la zircone forme un zirconate alcalin insoluble, lequel peut être obtenu exempt d'acide phosphorique, et sous un état physique permettant un dosage précis de la zircone qu'il contient.

» Ces conditions sont indispensables à remplir lorsqu'on veut séparer et doser rigoureusement l'acide phosphorique et la zircone. Pour les réaliser, il convient d'attaquer le phosphate de zircone à la plus basse température possible, ce qui exige l'emploi d'un mélange à équivalents égaux de carbonates de potasse et de soude.

» Le produit à analyser, mélangé intimement avec environ vingt fois son poids du mélange des carbonates alcalins, est introduit dans un moufle chauffé préalablement à la température nécessaire pour fondre le mélange des carbonates. Dès que tout dégagement gazeux a cessé, l'attaque est terminée. On doit retirer immédiatement la matière du moufle, car en prolongeant l'action de la chaleur on déterminerait la formation d'un zirconate alcalin très difficilement attaquable par les acides.

» La masse fondue, reprise par l'eau après complet refroidissement, laisse déposer un zirconate contenant toute la zircone du phosphate attaqué. On lave le produit, d'abord avec de la soude pure pour enlever le phosphate alcalin, puis avec de l'eau ammoniacale additionnée de nitrate d'ammoniaque.

» Dans la liqueur filtrée, on dose l'acide phosphorique par les procédés ordinaires.

» Le zirconate alcalin est traité par l'acide chlorhydrique ou l'acide sulfurique; si l'on a eu soin de réaliser l'attaque par les carbonates à la plus basse température possible, conformément aux prescriptions ci-dessus indiquées, ce zirconate est intégralement soluble; dans la dissolution ainsi obtenue, on précipite la zircone par l'ammoniaque.

» Le phosphate de zircone répond à la formule PhO^5, ZrO^2.

» *Phosphate d'acide titanique.* — Ce phosphate s'analyse par la méthode qui vient d'être indiquée pour le phosphate de zircone. Comme il n'y a pas lieu de redouter pendant l'attaque l'influence d'une température trop élevée, on décompose le produit par le carbonate de potasse seul. Dans ce cas, l'acide titanique est séparé du phosphate alcalin à l'état de surtitanate de potasse. Après lavage avec une lessive de soude pure, on dissout le surtitanate dans l'acide chlorhydrique, et dans la dissolution ainsi obtenue on précipite l'acide titanique par l'ammoniaque.

» Le phosphate d'acide titanique répond à la formule PhO^5, TiO^2.

» *Phosphate d'acide stannique.* — On détermine la composition de ce produit en l'attaquant par un mélange de carbonate de soude et de soufre, comme on le fait habituellement pour l'analyse de la cassitérite. L'étain passe à l'état de sulfure et se sépare ainsi très exactement de l'acide phosphorique. Ce phosphate répond à la formule PhO^5, SnO^2.

» En résumé, les phosphates d'acide titanique, de zircone et d'acide stannique possèdent la composition atomique du phosphate de silice; en employant l'acide phosphorique comme dissolvant, ils ne peuvent être obtenus que sous la forme octaédrique, tandis que le phosphate de silice s'obtient, non seulement sous cette forme, mais encore sous trois autres incompatibles avec la première. »

CHIMIE. — *Action de l'acide vanadique sur les sels ammoniacaux.* Note de M. A. **Ditte**, présentée par M. Debray.

« Par la manière dont ils se comportent en présence de l'acide vanadique, les sels ammoniacaux peuvent être partagés en trois groupes.

» Premier groupe. — I. *Phosphate d'ammoniaque.* — Une solution chaude de ce phosphate dissout une grande quantité d'acide vanadique soluble en donnant une liqueur rouge très foncée, presque noire, qui dépose au bout de quelques heures des cristaux brillants, d'un rouge grenat extrêmement foncé, même lorsqu'ils sont très petits; elle perd sa couleur quand on la chauffe et n'est plus que jaune clair lorsqu'elle bout, mais elle reprend en se refroidissant sa teinte foncée primitive. Les cristaux sont des octaèdres dont les sommets sont le plus souvent remplacés par une facette : ils forment parfois des lames rhomboïdales dont l'angle est très voisin de 90°; l'eau dissout très facilement cette substance en régénérant la liqueur rouge qui passe au jaune clair par l'action de la chaleur; la dissolution mélangée

d'ammoniaque devient d'abord jaune, puis incolore quand l'alcali est en excès. Les cristaux perdent de l'eau sans changer d'aspect quand on les chauffe légèrement; à plus haute température, ils se décomposent en dégageant des vapeurs ammoniacales. Leur composition est exprimée par la formule $4VO^5, PhO^5, 3AzH^4O, 16HO$.

» L'eau mère qui a déposé ces cristaux devient jaune clair quand on la concentre en la faisant bouillir, mais elle reprend sa couleur rouge en se refroidissant et donne encore des cristaux rouges; puis, au bout de quelque temps, on voit apparaître des paillettes jaunes dont le nombre croît peu à peu, et l'on obtient une abondante cristallisation qui envahit toute la liqueur. Séparée de l'eau mère, sur des plaques de porcelaine dégourdie, cette matière se présente en petits prismes jaune verdâtre, transparents, à six pans, surmontés souvent d'une pyramide très surbaissée. Ces cristaux sont très solubles dans l'eau froide, à laquelle ils communiquent une couleur rouge orangé, et la solution devient jaune, puis incolore sous l'action de l'ammoniaque; faiblement chauffés, ils perdent de l'eau sans changer d'aspect; portés à une température plus élevée, ils se boursouflent, perdent des vapeurs ammoniacales et laissent un résidu très foncé, lentement soluble dans l'ammoniaque; ils renferment

$$2VO^5, 4PhO^5, 5AzH^4O, 24HO.$$

» On obtient un troisième composé analogue en dissolvant du trivanadate jaune d'ammoniaque dans une solution chaude et en léger excès de phosphate ammoniacal. La solution jaune verdâtre clair ainsi préparée ne cristallise pas par refroidissement, même lorsqu'elle est réduite à un fort petit volume; mais elle est sursaturée, et si l'on y fait tomber quelques parcelles de la matière solide qui se dépose toujours le long des parois du vase pendant l'évaporation, on voit se former des paillettes brillantes qui envahissent bientôt toute la liqueur et que l'on dessèche aisément sur des plaques de porcelaine. Ce sont de petits cristaux jaune citron, transparents, très solubles dans l'eau en donnant une solution jaune que l'ammoniaque en excès décolore; ils perdent de l'eau quand on les chauffe, puis se boursouflent énormément et laissent comme résidu une matière grise qui fond au rouge en un verre noir. La formule

$$3VO^5, 2PhO^5, 5AzH^4O, 24HO$$

représente la composition de ces cristaux.

» II. *Arséniate d'ammoniaque.* — Lorsqu'on fait bouillir une dissolution

de ce sel avec un excès d'acide vanadique soluble, il s'en dissout une quantité notable, mais il ne se forme pas, comme avec le phosphate, une solution rouge foncé; la liqueur, même très concentrée, est orangé clair; elle dépose, au bout de quelques heures, des paillettes jaune citron transparentes et brillantes, qui renferment $2VO^5, 4AsO^5, 5AzH^4O, 18HO$. Ces cristaux sont très solubles dans l'eau froide, en régénérant la liqueur orangée que l'ammoniaque décolore; soumis à l'action de la chaleur, ils perdent de l'eau, puis ensuite ils se décomposent.

» III. *Molybdate d'ammoniaque.* — L'acide vanadique rouge se dissout en grande quantité dans une solution chaude de molybdate d'ammoniaque ordinaire; la liqueur, fortement colorée en rouge, dépose, quand elle se refroidit, de belles aiguilles blanches, soyeuses, brillantes, transparentes et cannelées; l'eau mère concentrée donne naissance au même produit; la formule $2VO^5, 4MO^3, 3AzH^4O, 9HO$ représente la composition de ces aiguilles.

» Les cristaux sont facilement dissous par l'eau froide en donnant une solution jaune orangé; ils se distinguent ainsi très nettement des phosphomolybdate et arséniomolybdate jaunes d'ammoniaque, qui sont insolubles. Ils perdent de l'eau quand on les chauffe, en devenant jaune d'or; chauffés davantage, ils se décomposent.

» IV. *Tungstate d'ammoniaque.* — Lorsqu'on sature avec de l'acide vanadique soluble une solution bouillante de tungstate d'ammoniaque, on obtient une liqueur rouge grenat foncé qui, fortement concentrée, dépose en se refroidissant de très beaux cristaux; ce sont des octaèdres brillants, rouge foncé, portant des modifications sur leurs angles; ils sont extrêmement solubles dans l'eau froide et donnent une solution rouge qui devient incolore quand on la chauffe avec de l'ammoniaque en excès. Ces cristaux, comme tous les précédents, perdent, sous l'action de la chaleur, de l'eau puis des vapeurs ammoniacales, et laissent un résidu amorphe qui ne fond pas au rouge; leur composition est exprimée par la formule

$$VO^5, 5WO^3, 2AzH^4O, 10HO.$$

» V. *Iodate d'ammoniaque.* — Une solution de bi-iodate d'ammoniaque dissout à chaud une faible quantité d'acide vanadique en se colorant en jaune; la dissolution dépose en se refroidissant des paillettes jaune légèrement orangé, très solubles dans l'eau, offrant l'aspect de petits prismes transparents, aplatis et courts, que l'on débarrasse de l'eau mère qui les imprègne en les desséchant sur de la porcelaine dégourdie; ainsi purifiés,

ils contiennent $2VO^5, 5IO^5, 3AzH^4O, 20HO$. Ce composé est très soluble dans l'eau; il se boursoufle en perdant de l'eau quand on le chauffe légèrement, et donne une substance brillante, rouge, à reflets dorés, qui laisse, quand on la porte à température élevée, un résidu d'acide vanadique.

» VI. *Oxalate d'ammoniaque.* — Une solution d'oxalate d'ammoniaque, concentrée et chaude, dissout instantanément une grande quantité d'acide vanadique et donne, lorsqu'elle en est saturée, une liqueur rouge grenat foncé. Celle-ci dépose, quand on l'évapore dans le vide, des cristaux de deux espèces; les uns, rouge grenat, sont du sesquivanadate d'ammoniaque; les autres, jaune clair, contiennent de l'acide oxalique et l'analyse conduit à leur attribuer la formule $3VO^5, 4C^4H^2O^8, 8AzH^4O, 12HO$. Ces derniers sont de grands cristaux transparents jaune clair, présentant la forme de prismes clinorhombiques; ils sont très solubles dans l'eau; la chaleur leur fait perdre de l'eau en les colorant en rouge grisâtre, puis elle les décompose.

» La liqueur primitive ne peut pas être concentrée à chaud, car bientôt elle change de couleur et dégage de l'acide carbonique; l'acide vanadique est alors partiellement réduit et l'on obtient des cristaux verts d'une tout autre nature, dont il sera parlé ailleurs. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Études sur le beurre.* Note de M. **E. Duclaux**, présentée par M. Pasteur.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un troisième Mémoire sur le lait, destiné à être inséré dans les *Annales de l'Institut agronomique*, et dans lequel j'étudie surtout la constitution du beurre. Depuis les classiques travaux de M. Chevreul sur le sujet, le Mémoire qui a le plus attiré l'attention est celui dans lequel MM. Hehner et Angell ont donné le moyen de séparer en bloc les acides gras fixes du beurre, et basé sur ce procédé une méthode pour découvrir et doser approximativement les matières grasses étrangères frauduleusement ajoutées. Malheureusement, cette méthode n'a pas donné tout ce qu'on en attendait au point de vue pratique, à cause des variations assez sensibles de la proportion des acides gras fixes dans le beurre. Au point de vue théorique, on peut lui reprocher de ne s'attaquer, et, encore de loin, qu'aux matériaux du beurre les moins importants au point de vue du goût, à ceux qui se modifient le moins quand le beurre frais devient rance.

» J'ai pensé à revenir pour cela à l'étude des acides volatils, que MM. Hehner et Angell avaient abordée sans succès, et à laquelle il suffisait d'appliquer la méthode des distillations fractionnaires que j'ai fait connaître en 1865 (¹).

» Cette méthode donne très exactement la quantité totale et assez sûrement la composition d'un mélange de deux acides volatils. Il est vrai que, dans le beurre, il y a au moins quatre acides volatils; mais de ces quatre acides, l'un, l'acide caproïque, est très peu soluble dans l'eau, se sublime à l'état solide sur les parois du tube réfrigérant et n'a aucune influence sur la marche de la distillation. Il est, d'ailleurs, en quantités très faibles, qui ne dépassent pas 1 pour 100 des autres acides volatils. On a le droit de le négliger. L'acide caprylique est en proportions un peu supérieures; il est, en outre, plus soluble et introduit, dans la marche de la distillation, une perturbation assez sérieuse, mais dont il est pourtant assez facile d'éliminer l'influence. Restent les deux acides principaux, l'acide butyrique et l'acide caproïque, dont ma méthode donne assez exactement la quantité totale et les proportions.

» Je me propose d'étudier, à ce point de vue, des beurres authentiquement purs, de diverses saisons et de diverses régions de la France. J'ai commencé cette année par les beurres normands primés à l'Exposition faite en février au Palais de l'Industrie. J'ai admis comme évident que ces beurres étaient purs, et, comme ils provenaient d'animaux de la même race, nourris, je m'en suis assuré, à peu près de la même façon, j'ai cru y trouver un bon terrain de comparaison et d'étude.

» Voici les résultats de l'analyse de ces beurres, rangés dans leur ordre de classement par le jury. Outre la composition immédiate, le Tableau donne les proportions centésimales d'acide butyrique et d'acide caproïque, combinés à la glycérine dans la matière grasse, leur somme, et le rapport de ces deux acides en équivalents. Il n'est pas question de l'acide caprique, compté comme acide fixe. Quant à l'acide caprylique, il est compté comme acide butyrique et acide caproïque.

Étude des beurres.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
Eau	12,40	13,36	12,28	10,72	13,34	11,62	14,00	13,03
Matière grasse	86,71	85,48	86,76	88,30	86,01	86,52	85,31	86,33
Sucre de lait	0,16	0,20	0,17	0,13	0,20	0,30	0,20	0,11
Caséum et sels	0,73	0,96	0,79	0,85	0,45	1,56	0,49	0,53
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

(¹) Voir *Annales de l'École Normale*, 1865, et *Annales de Chimie et de Physique*.

Étude de la matière grasse.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
Acide caproïque pour 100..	2,10	2,18	2,17	2,23	2,26	2,00	2,08	2,19
Acide butyrique pour 100..	3,55	3,52	3,53	3,60	3,65	3,38	3,52	3,46
Somme des acides p. 100.	5,65	5,70	5,70	5,83	5,91	5,38	5,60	5,65
Rapport des deux acides.	2,1	2,0	2,0	2,0	2,0	2,1	2,1	2,0

» En laissant de côté le beurre n° 6, sur lequel la forte proportion de caséum laisse planer quelque doute, on voit que tous les autres ont une remarquable uniformité de composition, tant dans la quantité totale que dans la proportion de leurs acides volatils. On ne peut pas répondre d'une différence de 0,1 dans la valeur du rapport des acides. On peut donc dire que la constitution des glycérides à acides volatils nous apparaît comme identique dans tous ces beurres. Il y a là peut-être une question de race et de nourriture; mais il n'y a pas que cela, car j'ai trouvé le même rapport, 2,0, dans un beurre primé de la Meuse, provenant de la race meusienne croisée de Schwytz. D'autres résultats, obtenus dans le Cantal pendant l'été, me font soupçonner une influence de la saison. La période nouvelle d'investigations qu'inaugure cette méthode d'analyse promet d'être longue, et il faut attendre d'y être plus avancé pour tirer des faits les conclusions théoriques et pratiques qu'ils comportent.

» Mais il y a un point que j'ai pu aborder de suite, c'est l'étude des phénomènes qui accompagnent la conservation et produisent la rancification du beurre. Je les exposerai dans une prochaine Communication. »

MINÉRALOGIE. — *Sur la « xénotime » de Minas Geraes (Brésil).* Note de M. **H. Gorceix**, présentée par M. Daubrée.

« J'ai déjà signalé [1] dans les graviers diamantifères du Brésil la présence fréquente de phosphates de terres rares de la famille du cérium, soit à l'état de cristaux bien définis, monazite, soit à l'état de concrétions alumineuses ou titaniques, qui donnent en partie à ces graviers leur faciès particulier. J'ai retrouvé plus tard la monazite en grains roulés dans des sables situés près du bord de la mer, dans la province de Bahia, et plus récemment encore dans les sables aurifères d'un des affluents du Rio Doce, à 30 lieues à l'est de la ville d'Ouro Preto. De nouvelles recherches m'ont fait décou-

[1] *Comptes rendus*, n° 6, 9 février 1885.

vrir un gisement important d'un minéral encore plus rare, la « xénotime ».

» Cette substance, en cristaux atteignant quelquefois $0^m,01$ de longueur, forme en certaines places une portion notable des résidus de lavage des graviers diamantifères exploités auprès du bourg de Dattas, à 30^{km} au sud de la ville de Diamantina, dans le bassin du Rio São Francisco, mais presque au sommet de l'arête de séparation des eaux de ce fleuve avec celles du Rio Doce. On la retrouve encore dans les mêmes conditions à São João da Chapada où affleurent les couches de schistes et quartzites micacés où j'ai indiqué l'existence du diamant en place. Les cristaux de Dattas sont en général ternes, roulés; quelques-uns pourtant ont conservé leur éclat et leurs arêtes entières; tout prouve qu'ils proviennent, comme à São João da Chapada, de la destruction de roches diamantifères dont le gisement est peu éloigné du point où on les rencontre. Leur forme est un prisme carré surmonté de la pyramide b^1 à double réfraction positive.

» Des mesures prises sur les cristaux, dont les faces sont les plus nettes, ont donné les moyennes suivantes :

$b^1 b^1$ opposé	97°.30′	$b : h :: 115 : 100$
$b^1 b^1$ adjacent	124.26	
$b^1{}_m$	131	

Ces chiffres diffèrent très peu de ceux publiés par divers auteurs pour des cristaux d'Hitteroë. Le clivage est facile suivant *m*, la dureté 5, la densité, à 20°, 4,6; au rouge blanc, la matière devient blanche sans perdre de son poids. Sur les faces les plus brillantes, on voit par réflexion au spectroscope des bandes d'absorption dans le vert et le bleu; celle dans le jaune est à peine visible. Le spectre est bien différent de celui donné par les minéraux qui contient du didyme. L'attaque par l'acide sulfurique à chaud est complète, mais plus difficile que pour la monazite.

» Trois analyses ont donné les résultats suivants :

	I.	II.	III.
PhO^5	35,64	35,9	35,6
$YO + ErO$	63,75	64,1	62,6
Résidu insoluble	0,4	0,6	0,86
	99,99	100,8	99,06

» Le résidu est formé d'un peu de silice et, pour la troisième analyse, d'une petite quantité de matière non attaquée.

» En ne tenant pas compte de cette faible proportion d'impuretés acci-

dentelles, on trouve, pour la composition de la xénotime,

PhO^5	35,8
$YO + ErO$	64,2
	10,0

» La formule $3YO, PhO^5$ exige $PhO^5 = 38$, $YO = 62 (YO = 38,85)$. La différence ne peut pas être attribuée à des erreurs d'analyse, et elle disparaît en introduisant dans la formule $\frac{1}{6}$ d'équivalent d'erbine

$$(ErO = 64,3),$$

ce qui donne pour la composition de la xénotime :

PhO^5	35,5
YO	48,5
ErO	16,0
	100,0

» L'existence d'une deuxième terre à sels colorés et à spectre d'absorption différent de celui du didyme n'est pas douteuse.

» Les oxalates donnent par calcination une terre jaune nankin, se dissolvant très facilement avec dégagement de chaleur dans l'acide azotique. Des azotates desséchés et calcinés avec précaution et repris par l'eau, par le procédé connu, on sépare un sel coloré en rose donnant un spectre d'absorption très net, caractérisé, dans le vert, par une raie d'absorption très forte, une seconde moins forte et une troisième plus faible à sa limite avec le jaune; dans le bleu, par une raie très forte et une seconde moins forte; dans le rouge, par une forte, spectre qui correspond à celui indiqué par M. Thalén pour les sels d'erbine.

» Les moyens imparfaits dont je dispose ne m'ont pas encore permis de séparer d'une manière satisfaisante l'yttria de la deuxième terre. Je n'ai trouvé dans la xénotime ni zircone, ni oxyde de titane, ni oxydes de cérium ou de didyme.

» Je crois donc pouvoir conclure que la xénotime est un phosphate d'yttria et d'une deuxième terre que je considère comme étant de l'erbine. Si, pour la préparation de ces deux terres, l'attaque est plus difficile que celle de la gadolinite, la xénotime présente l'avantage de les fournir immédiatement, sans mélange des oxydes des métaux de la famille du cérium. »

ANATOMIE. — *Sur l'endothélium de la paroi interne des vaisseaux des Invertébrés*. Note de M. W. VIGNAL.

« La paroi interne des vaisseaux du système circulatoire des Invertébrés, du moins des deux sur lesquels ont porté jusqu'ici mes recherches (l'Escargot commun et l'Écrevisse), est tapissée, dans toute son étendue, par un endothélium plat.

» La forme des cellules de cet endothélium, qu'on ne peut mettre en évidence qu'à l'aide d'un sel d'argent (nitrate ou lactate), montre qu'il appartient au type lymphatique.

» On sait, en effet, que l'endothélium tapissant les vaisseaux lymphatiques des Vertébrés est formé de cellules dont les bords très sinueux s'engrènent par leurs dents, de façon à constituer des figures on ne peut plus caractéristiques et particulières à cet endothélium.

» L'endothélium de la paroi interne des vaisseaux des Invertébrés se met facilement en évidence, soit par des injections d'un sel d'argent additionné ou non de gélatine, soit par imprégnation directe.

» A l'aide des imprégnations avec les sels d'argent faites par injections, j'ai également constaté que, si les dernières ramifications des vaisseaux sont tapissées d'endothélium, celui-ci cesse au point où elles s'ouvrent dans les espaces connus sous le nom d'*espaces lacunaires;* le liquide qui y circule baigne donc directement les éléments constitutifs des tissus, en circulant dans les espaces conjonctifs.

» Ces faits tendent, il me semble, à montrer que le système circulatoire des Invertébrés est l'analogue du système lymphatique des Vertébrés et non, comme on l'enseigne généralement, l'analogue du système sanguin de ceux-ci.

» En effet, pour ne parler que des faits exposés dans cette Note, nous voyons :

» 1° Que les vaisseaux des Invertébrés sont tapissés d'un endothélium ayant les mêmes caractères que l'endothélium des lymphatiques des Vertébrés;

» 2° Qu'ils débouchent chez les Invertébrés dans les interstices des faisceaux conjonctifs; et l'on sait que c'est dans la vaste cavité cloisonnée par ces faisceaux que Bichat et, plus tard, M. Ranvier placent l'origine des lymphatiques des Vertébrés, origine plus que probable, quoiqu'on ne soit

pas encore parvenu à la démontrer d'une façon absolue, par suite de l'obstacle qu'opposent les valvules des troncs lymphatiques aux injections allant du centre à la périphérie.

» Je suis heureux de constater que les faits que je mentionne dans cette Note confirment la manière de voir de M. Ranvier, qui, en s'appuyant sur des observations que je n'ai pas à rappeler ici, disait :

» Nous considérerons donc désormais comme de la lymphe le sang incolore, rose ou violet des Invertébrés. Nous admettrons que le système sanguin est un véritable système de perfectionnement particulier aux Vertébrés. Le système à sang blanc des Invertébrés devient, de cette façon, une forme particulière du système séreux charriant la lymphe qui constitue le liquide nourricier par excellence et le véritable milieu intérieur des organes (1).

» En terminant, je dois rappeler que l'existence d'un endothélium à la face interne des vaisseaux de la Moule avait déjà été constatée par M. Sabatier (2), mais cet auteur ne paraît pas en avoir reconnu la nature, et les figures qu'il en donne (*Pl. XXVII*⁴) font ressembler l'endothélium qu'il figure à un endothélium sanguin. Du reste, les imprégnations de cet observateur paraissent avoir laissé à désirer, car, entre presque toutes les cellules, on aperçoit les petits cercles incolores désignés par Arnold sous le nom de *stomates* et *stigmates*. Ces cercles sont la plupart produits, ainsi que l'a démontré Alferow, par une mauvaise imprégnation. M. Sabatier n'a pas reconnu la nature de ces stomates et stigmates, car il les nomme *noyaux* (p. 79) (3). »

ANATOMIE. — *De l'existence, chez les Oiseaux, d'une série de ganglions céphaliques, de nature sympathique, correspondant aux nerfs craniens segmentaires.* Note de M. **F. Rochas**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Le ganglion cervical supérieur, chez les Oiseaux, communique avec une série de ganglions céphaliques que j'ai nettement constatés dans quelques types, et principalement chez l'Oie domestique. Cette relation est établie au moyen du rameau que le ganglion envoie dans le canal carotidien,

(1) Ranvier, *Leçons d'Anatomie générale sur le système musculaire*, année 1874-1875, 2e Leçon; Paris, 1880, p. 26.

(2) Sabatier, *Études sur la Moule commune;* Montpellier et Paris, 1877.

(3) Travail du laboratoire d'Histologie du Collège de France.

et auquel je donnerai le nom de *nerf carotidien céphalique*, réservant celui de *carotidien cervical* pour le filet qui, partant du même ganglion, accompagne le long du cou l'artère carotide primitive.

» Le nerf carotidien céphalique, engagé dans le canal carotidien, y reçoit, comme on sait, un filet du glossopharyngien, et plus loin un autre du facial, et se divise, à sa sortie de ce conduit osseux, en deux branches.

» L'une d'elles, externe et supérieure, se dirige le long de la cloison interorbitaire; on peut l'appeler *nerf orbitaire* ou *de Harder*, en raison de ses connexions avec la glande de ce nom. A son point de jonction avec la branche ophtalmique, il existe un ganglion auquel j'assignerai le nom de *orbito-nasal*, que je n'ai trouvé décrit nulle part, et dont l'existence même est niée formellement par Weber. Seul, Jobert dit avoir, en ce point, rencontré plusieurs fois, surtout chez les Anas, un renflement gangliforme et se borne à cette simple mention. En réalité, il s'agit bien ici d'un ganglion dont la présence est constante, mais dont l'aspect extérieur, dans la même espèce, est extrêmement variable. Chez l'Oie, le plus souvent à peine reconnaissable, à l'œil nu, à une légère dilatation du nerf, il se présente parfois sous la forme d'un renflement bien accusé. Il est constitué par de nombreuses cellules : c'est de ce ganglion que partent des rameaux destinés à la glande nasale, à celle de Harder, etc.; et il communique par deux ou trois filets avec la branche ophtalmique. L'un de ces filets s'unit au rameau nasal, dans l'épaisseur duquel on le perd. Parfois, il en reste distinct sur une assez grande longueur. Dans une de mes préparations, il ne lui est uni que par une anastomose très fine et, dès lors indépendant, pénètre avec lui dans les fosses nasales, également en rapport avec les canaux excréteurs de la glande nasale et les vaisseaux qui les accompagnent, et se divise, un peu au-dessus de la narine correspondante, en quelques ramuscules qui se rendent aux glandes de la muqueuse de cette région.

» La seconde branche de division du nerf carotidien céphalique, interne et inférieure par rapport à la précédente, naît suivant les auteurs, du bord interne de l'os ptérygoïdien, et se dirige directement en avant pour se rendre à la voûte palatine. De mes recherches, entreprises dans le but de compléter les descriptions classiques et mes propres remarques sur les nerfs appelés *vidiens* chez les Oiseaux (*Comptes rendus*, 7 septembre), il résulte :

» 1° Que cette branche du nerf carotidien prend naissance le plus souvent dans le canal carotidien lui-même, au niveau où le tronc sympa-

thique reçoit le filet anastomotique du facial et émet un rameau destiné à l'hypophyse;

» 2° Que, sur son trajet, elle cède quelques rameaux très grêles aux parois pharyngiennes;

» 3° Que, parvenue au-dessous de la seconde branche du trijumeau, un peu avant que celle-ci s'engage dans l'os maxillaire supérieur, elle se termine en un faible renflement qui envoie des rameaux grêles aux fosses nasales, à la région palatine, aux parois du pharynx, et qui communique avec le nerf maxillaire supérieur par un ou deux filets très fins;

» 4° Que ce renflement est de nature ganglionnaire, et que les cellules qu'il contient sont à peu près identiques, comme forme et comme dimensions, à celles du ganglion orbito-nasal, mais beaucoup plus nombreuses.

» Au point de vue de sa signification morphologique, cette branche du nerf carotidien doit être considérée comme l'analogue du nerf décrit par Müller, chez le Python, comme nerf palatin, ou vidien. C'est également cette dénomination qui lui convient chez les Oiseaux. Quant au ganglion qui la termine, il doit être assimilé au ganglion sphéno-palatin, et ainsi désigné.

» J'ai pu isoler chez l'Oie un filet très fin, de $1^{cm},5$ environ de longueur, dont l'existence est constante, et qui unit le ganglion de Gasser au nerf temporo-lacrymal, dans lequel il se jette au point où celui-ci s'anastomose avec le maxillaire supérieur. Je signalerai enfin, mais avec la plus grande réserve, au niveau où le nerf carotidien se divise et reçoit le filet du facial, un ganglion (ganglion carotidien) que j'ai vu dans un cas bien développé et présentant à l'examen microscopique une notable quantité de cellules. Sur un très grand nombre de préparations faites depuis pour vérifier cette disposition, je n'ai pu la retrouver, et c'est à peine si, en ce point, j'arrive à constater quelques rares éléments cellulaires. Quoi qu'il en soit, il ressort de ce qui précède qu'il existe chez les Oiseaux une série de ganglions sympathiques correspondant aux nerfs craniens segmentaires et dans l'ordre suivant :

» 1° Ganglion orbito-nasal, se ramenant au nerf olfactif, segmentaire d'après Marshall. On sait, en effet, que la branche ophtalmique ne représente pas une véritable branche du trijumeau, mais seulement la portion commissurale persistante de l'arête neurale qui unit ce dernier aux troisième et première paires (Marshall); 2° G. ciliaire, correspondant à la troisième paire, et que Krause, chez les Mammifères, regarde comme le ganglion

sympathique limite de la tête; 3° G. sphéno-palatin, au trijumeau; 4° G. carotidien (?), au facial; 5° G. cervical supérieur, représentant deux ganglions fusionnés, dont l'un correspond au glosso-pharyngien, et l'autre au vague.

» En résumé, du ganglion de chaque nerf cranien segmentaire, et l'histoire du développement le démontre déjà nettement pour un certain nombre d'entre eux, proviendrait un ganglion sympathique, et la chaîne ganglionnaire céphalique en résultant serait bien l'homologue de la chaîne ganglionnaire rachidienne. Dans la description précédente, pour la facilité de la description, le ganglion cervical supérieur a été pris comme centre d'irradiation, mais en réalité il doit recevoir lui-même, par le nerf carotidien, des fibres afférentes émanées des autres ganglions céphaliques situés au devant de lui. Ce rapprochement entre le sympathique rachidien a été tenté déjà, principalement chez les Mammifères. Je développerai ailleurs ce sujet en ce qui concerne spécialement les Oiseaux [1]. »

ANATOMIE. — *Recherches sur la structure de l'estomac des Oiseaux* [2]. Note de M. M. Cazin, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Dans un Mémoire déjà ancien, Hasse a signalé l'uniformité de la structure fondamentale de la muqueuse dans l'estomac des Oiseaux. Après avoir étudié comparativement cette structure dans les diverses parties de l'estomac, chez des Oiseaux se rapportant à des régimes différents, j'ai pu confirmer et généraliser les vues de Hasse, tout en n'adoptant pas son opinion sur la constitution du revêtement interne sécrété par la muqueuse stomacale.

» Chez tous les Oiseaux qui ont un gésier bien développé, c'est-à-dire chez les Granivores, les Herbivores, les Insectivores, et chez un certain nombre d'oiseaux dont l'alimentation est variée, mais qui ne se nourrissent pas exclusivement de chair, la muqueuse présente sensiblement la même structure dans toute l'étendue de l'estomac, à part des modifications de détails et des variations portant sur le développement relatif des éléments

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de Zoologie de la Faculté des Sciences de Lyon.

(2) Travail fait au laboratoire de Zoologie de l'Ecole des Hautes Etudes, dirigé par M. A. Milne-Edwards.

qui la constituent et du revêtement qu'elle sécrète; c'est du moins ce que j'ai pu constater pour les espèces suivantes : Poule domestique, Pigeon domestique, *Melopsittacus undulatus, Sitta cœsia, Loxia curvirostra, Pyrrhula vulgaris, Passer domesticus, Munia rubra-nigra, Accentor alpinus, Pyrrhocorax alpinus,* Canard domestique, *Larus canus, Hœmatopus ostralegus.*

» Dans la partie glandulaire de l'estomac, ou ventricule succenturié, la muqueuse forme en général, au-dessus des glandes gastriques composées, des plis plus ou moins développés, qui sont tapissés de cellules muqueuses et qui laissent entre eux des espaces terminés inférieurement par des culs-de-sac, le plus souvent très réduits; ces culs-de-sac semblent représenter de petites glandes en tubes, car, à mesure que l'on approche de la base des plis superficiels, on voit la hauteur des cellules épithéliales décroître progressivement, leur partie claire diminuant peu à peu, pour disparaître presque complètement dans les culs-de-sac. La surface libre de la muqueuse est couverte d'une mince couche de mucus mélangé de débris épithéliaux.

» Entre la partie glandulaire de l'estomac et celle qui constitue le gésier, on peut distinguer une région intermédiaire, très courte dans les petites espèces, dans laquelle il n'y a plus de glandes gastriques composées, et dont le revêtement interne offre à l'œil nu un aspect semblable à celui du gésier, tout en étant mou et peu résistant. Sur les coupes perpendiculaires à la surface de cette zone intermédiaire, on observe comme plus haut des prolongements de la muqueuse, tapissés de cellules muqueuses, et des glandes en tubes, mais ces formations sont généralement plus développées en hauteur que dans la partie glandulaire de l'estomac; le revêtement muqueux est également plus épais, et, de plus, on voit en général, dans les intervalles des plis superficiels, vis-à-vis des petites glandes en tubes, des sortes de rubans sinueux qui, sous l'action des réactifs colorants, prennent des teintes foncées, tandis que le reste de la masse demeure clair. Ce revêtement interne de la zone intermédiaire renferme, comme celui de la partie glandulaire, des noyaux et des débris de cellules muqueuses, qui souvent se montrent rassemblés principalement, en amas superposés, au-dessus des prolongements superficiels de la muqueuse.

» Dans le gésier, la muqueuse ne présente plus que des saillies peu élevées, et en revanche les glandes en tubes sont très développées; en même temps, la structure du revêtement interne devient plus compliquée. Ce revêtement, connu sous le nom de *couche cornée,* se montre formé à la fois par la sécrétion des glandes en tubes, qui s'élève sous forme

de colonnettes, tantôt verticales, tantôt obliques par rapport à la surface de l'estomac, et par la sécrétion de l'épithélium superficiel de la muqueuse, qui unit les colonnettes entre elles et se présente comme une masse moins dense, se colorant moins fortement, résistant généralement moins bien à l'action de la potasse à 40°, et renfermant une plus grande quantité de noyaux et de débris cellulaires. Les glandes du gésier correspondent aux glandes en tubes rudimentaires de la partie glandulaire et la couche coriacée du gésier correspond au revêtement muqueux de la partie glandulaire, auquel s'ajoute la sécrétion des glandes; la zone intermédiaire forme une transition entre la muqueuse de la partie glandulaire et celle du gésier. L'épithélium muqueux superficiel de l'estomac n'est lui-même que la continuation, sous une répartition différente, de l'épithélium des glandes muqueuses si abondantes dans l'œsophage de la plupart des oiseaux, et sur la structure desquelles M. Ranvier a attiré l'attention.

» Chez les oiseaux qui se nourrissent de chair, nous retrouvons la même structure fondamentale pour la muqueuse stomacale, et, en passant d'une espèce à une autre, nous pouvons constater des rapports analogues à ceux qui existent entre les différentes parties de l'estomac des oiseaux pourvus d'un gésier bien développé. Ainsi, pour prendre quelques exemples, chez l'*Ossifraga gigantea*, la muqueuse du gésier et son revêtement forment en quelque sorte un passage entre la structure de la zone intermédiaire et celle du gésier chez la Poule; dans le *Spheniscus demersus*, et mieux encore dans le *Nycticorax griseus*, l'*Accipiter nisus*, la muqueuse de la partie de l'estomac correspondant au gésier offre une structure plus simple que celle de la partie glandulaire de l'estomac de la Poule, au point de vue du développement des glandes en tubes et de la nature du revêtement sécrété.

» En résumé, la muqueuse de l'estomac des oiseaux présente toujours la même structure fondamentale, et, entre la muqueuse la plus simple et celle qui est pourvue de la couche cornée la plus développée, on peut trouver tous les intermédiaires, en étudiant comparativement la muqueuse, soit dans les diverses parties de l'estomac des oiseaux qui possèdent un gésier bien différencié, soit chez des oiseaux se rapportant à des modes d'alimentation différents. J'ai pu également constater, dans la partie glandulaire de l'estomac des oiseaux, l'existence de faisceaux musculaires, correspondant à la couche musculaire spéciale de la muqueuse, entre les glandes gastriques composées et la muqueuse proprement dite. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'*Entoniscus Mænadis. Note de M. **A. Giard**.

« Presque au moment où je faisais connaître l'existence sur les côtes de France de l'*Entoniscus* parasite du *Pachygrapsus marmoratus* Fab. ([1]), P. Fraisse retrouvait de son côté ce curieux Isopode dans le golfe de Naples, c'est-à-dire dans l'endroit même où il avait été découvert en 1787 par Cavolini. Fraisse déclarait de plus ([2]) avoir trouvé le même parasite dans le *Carcinus Mœnas*, mais il ne justifiait pas l'exactitude de cette détermination par l'examen comparatif des embryons qui fournissent les meilleurs caractères spécifiques chez des êtres aussi profondément modifiés à l'état adulte. Comme j'avais, d'autre part, observé sur divers points des côtes de la Manche des embryons d'*Entoniscus* égarés dans la cavité incubatrice de *Sacculina carcini*, j'avais à maintes reprises cherché l'*Entoniscus* chez le *C. Mœnas*, mais toujours sans succès, malgré le grand nombre des Crabes sacrifiés pour cet objet.

» J'ai été plus heureux ce printemps, et le premier Crabe que j'ai ouvert à Wimereux m'a fourni un bel *Entoniscus*, dont les lames ovigères renfermaient des embryons complètement mûrs. Le *Carcinus Mœnas* infesté était une femelle de taille moyenne, portant une sacculine dont la cavité d'incubation était vide. L'*Entoniscus* était placé du côté gauche du Crabe, au milieu des cœcums hépatiques de son hôte. Cet *Entoniscus*, que j'appellerai *Entoniscus Mœnadis*, est bien distinct de l'*Entoniscus Cavolinii*. Le liquide qui circule dans les vaisseaux tranche, par sa couleur rouge, sur le fond jaune orangé de la masse ovarienne. Le sac ovigère ou, pour être plus exact, l'ensemble des embryons prêts à éclore présente une coloration d'un gris mauve, très différente de la teinte plombée de l'*Entoniscus Cavolinii* chargé d'œufs au même degré de développement. L'embryon surtout offre des caractères différenciels faciles à constater. On ne trouve pas trace de l'œil nauplien, si remarquable, dont j'ai signalé l'existence chez le parasite du *Grapsus*. Les cristallins des yeux latéraux sont plus rapprochés et de ces yeux partent, de chaque côté de la tête, des arcs d'un pigment brun rougeâtre qui se rejoignent sur la partie médiane du front. La sixième paire de pattes thoraciques présente à peu près la même conformation que la

---

([1]) *Comptes rendus*, séance du 12 août 1878.

([2]) P. Fraisse, *Arbeiten. a. d. zool. zoot. Institut Würzburg*, Bd. IV; 1878.

paire correspondante de l'embryon d'*E. Cavolinii;* cependant le bâtonnet terminal est plus court et ne porte pas une touffe de poils comme chez ce dernier. A ce point de vue, l'*E. Cavolinii* et l'*E. Mænadis* s'écartent beaucoup de l'*E. Salvatoris* Kossmann, dont les six paires de pattes thoraciques sont toutes semblables ([1]).

» Kossmann a mis hors de doute l'existence du mâle chez les *Entoniscus* d'Europe. En outre, il a supposé que, chez les espèces du genre voisin *Cryptoniscus*, il y aurait hermaphrodisme avec fonctionnement successif des deux sexes et *protandrie*. Cette hypothèse, fortement appuyée par les belles recherches de Bullar et de Paul Mayer sur les Cymothoadiens, me paraît très acceptable dans l'état actuel de nos connaissances, et je l'étendrai volontiers aux genres *Hemioniscus* et *Entoniscus* et même à d'autres Bopyriens moins anormaux, tels que l'*Ione thoracica,* que l'on trouve également à Wimereux, dans la cavité branchiale de *Callianassa subterranea.* On s'expliquerait ainsi comment, chez des animaux aussi rares que les *Entoniscus,* nous avons pu, Fraisse et moi, rencontrer avec une fréquence relative, dans un même Crabe, deux et même trois individus femelles à des degrés inégaux de développement et non accompagnés de mâle ([2]).

» Les jeunes femelles, imparfaitement développées, seraient dans ce cas des mâles qui, après avoir fonctionné comme tels, auraient réussi à se fixer directement sur le Crabe et continueraient leur évolution comme femelles, grâce à la nutrition plus parfaite qu'ils obtiendraient dans leur nouvelle position. La grande dimension de la poche occupée par l'*Entoniscus* laisse, après la sortie des embryons, un espace libre bien plus vaste que chez les Bopyres proprement dits et facilite ce déplacement du mâle dont l'agilité est suffisante.

» La sacculine du Mænas n'est pas très commune à Wimereux; l'*Entoniscus* y est très rare. La coïncidence de ces deux parasites sur un même Crabe présente donc un réel intérêt, surtout si l'on rapproche cette observation de celles faites par Fritz Mueller sur *E. porcellanæ* et par Fraisse sur *E. Cavolinii.* C'est, il me semble, un nouvel exemple de ce que j'ai appelé

([1]) Je reprends, pour le parasite du *Portunus arcuatus,* le nom primitivement donné par Kossmann, parce que ce parasite me paraît spécifiquement distinct de celui du *Portunus puber*, l'*E. Moniezii* avec lequel Kossmann voudrait l'identifier.

([2]) Fraisse a trouvé, sur sept *C. Mænas* femelles et sans œufs, dix *Entoniscus :* un de ces Crabes hébergeait deux parasites, un autre trois. J'ai rencontré chez un seul *Portunus puber* deux *Entoniscus Moniezii* inégalement développés, les seuls individus de cette espèce que j'aie pu observer.

l'assistance mutuelle ou l'association successive des parasites dans un ordre déterminé, chaque espèce préparant le terrain pour celles qui doivent la suivre. Constatée d'abord chez les insectes, cette loi me paraît avoir une grande généralité et fournira sans doute de précieuses indications à la pathologie comparée quand on en fera l'application aux parasites d'ordre inférieur, animaux ou végétaux. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Sur quelques phénomènes de la division du noyau cellulaire*. Note de M. L. GUIGNARD, présentée par M. Ph. Van Tieghem.

« Dans une Note récente ([1]) sur quelques points de la division du noyau des cellules végétales, M. Degagny arrive à des résultats que je considère comme inadmissibles.

» On connaît aujourd'hui la succession des phénomènes complexes qui caractérisent la karyokinèse ou division indirecte du noyau; j'ai eu l'occasion de les résumer ici-même ([2]) et de les exposer dans d'autres recueils ([3]), avec des détails qui ont été depuis entièrement confirmés. On sait aussi que la division du noyau peut être suivie immédiatement de la division de la cellule, par suite de l'apparition d'une cloison entre les deux nouveaux noyaux, à l'équateur de la figure en forme de tonneau formée par eux et par les fils protoplasmiques qui les relient l'un à l'autre.

» Or, au sujet des changements qui se manifestent dans la composition de ces noyaux, au moment où apparaît entre eux la plaque cellulaire qui est l'origine de la cloison définitive, M. Degagny croit avoir acquis la preuve que « la substance colorable, la nucléine, qui forme la base des » matières chromatiques du filament nucléaire, *disparaît progressivement* » des filaments reformés dans les jeunes noyaux, au fur et à mesure que » *la zone équatoriale devient colorable*. Cette dissolution de nucléine ... » n'est pas la seule qui se fasse pendant les diverses phases de la divi- » sion ».

» Les réactions différentielles de la nucléine et des autres substances

---

([1]) *Comptes rendus*, 19 avril 1886.

([2]) *Ibid.*, 10 septembre 1883.

([3]) *Recherches sur la structure et la division du noyau cellulaire* (*Annales des Sciences naturelles, Botanique*, 1884). — *Nouvelles recherches sur ...* (*Ibid.*, 1885).

qui appartiennent soit au noyau, soit au cytoplasme, n'appuient en aucune façon cette manière de voir. Les granulations chromatiques du filament nucléaire, qui doivent à la nucléine leurs caractères particuliers, ne perdent pas peu à peu cette substance au moment de la formation de la plaque cellulaire. Tout d'abord fusionnées ou accolées dans le filament contracté du noyau en voie de formation, elles s'isolent bientôt les unes des autres et redeviennent distinctes quand le filament s'allonge ; elles grossissent même au fur et à mesure que le filament écarte ses replis et que le noyau augmente de volume. La coloration de la zone équatoriale est due, non pas à la nucléine, mais bien aux granulations cytoplasmiques qui jouent un rôle important dans la formation de la plaque cellulaire, et dont pourtant M. Degagny ne parle pas. Quant à une dissolution de la nucléine s'effectuant à plusieurs reprises pendant la division du noyau, c'est là encore une hypothèse que l'emploi des procédés techniques appropriés à ce genre d'études ne confirme nullement.

» Il admet ensuite que « l'hyaloplasma interposé au filament dans le » noyau au repos... devient fortement colorable par le bleu de méthylène ». Or l'hyaloplasme du noyau, au sens admis par tous les observateurs, n'est pas interposé au filament nucléaire, puisque c'est lui qui le constitue et sert de support aux granulations chromatiques. Il importe de ne pas confondre cet élément figuré avec le suc nucléaire amorphe, ou tout au moins de préciser le sens de cette expression, si on l'emploie dans une acception nouvelle, d'ailleurs défectueuse dans le cas actuel. En outre, le choix du bleu de méthylène, qui n'a pas d'élection spéciale, ne me semble pas heureux pour différencier les éléments qui entrent dans la constitution du noyau et dans celle de la cellule. On sait également que, à certaines phases de la division du noyau, le suc nucléaire peut devenir colorable par plusieurs réactifs, sans qu'il y ait eu diffusion de la nucléine.

» Plus loin, après avoir énoncé sur divers points des opinions que le manque d'espace ne me permet pas de réfuter ici, l'auteur insiste sur ce qu'il considère comme un *fait nouveau* et s'exprime en ces termes :

« De sorte qu'on peut avancer que la plus grande partie des matières colorables du filament, que la nucléine a passé des jeunes noyaux dans la zone équatoriale, où elle va faire débuter la combinaison de la matière azotée, colorable à un certain moment au bleu de méthylène, puis plus tard à la safranine, au violet, etc., et enfin aux préparations iodées. »

» De quelle combinaison s'agit-il ? Sur quoi l'auteur se fonde-t-il pour

attribuer si facilement à la nucléine un rôle qu'il n'explique d'ailleurs pas et démontre encore moins ?

» Je ne m'arrêterai donc pas à ce passage, et j'ajouterai seulement que, à plusieurs reprises, dans les Mémoires cités plus haut, j'ai insisté sur l'accumulation des granulations cytoplasmiques, mais non de la nucléine, dans la région équatoriale des fils connectifs qui s'étendent entre les deux noyaux, et sur l'augmentation du nombre de ces fils, due à ces mêmes granulations, au moment de la formation de la plaque cellulaire. Quoi qu'en dise l'auteur, ces granulations, pour être dépourvues de nucléine, ne sont pas *incolorables*, même par le bleu de méthylène; leur nombre, sans cesse croissant jusqu'à la formation complète de la cloison, est précisément la cause de la coloration de la zone équatoriale, et les phénomènes sont les mêmes, que la division de la cellule suive immédiatement celle du noyau ou qu'elle soit plus tardive. »

M. **Maumené** adresse à l'Académie les remarques suivantes au sujet de la Communication récente de M. *Boutroux* sur une fermentation acide du glucose (1) :

« L'acide observé par M. Boutroux ne diffère en rien de celui que j'ai fait connaître dès 1875. Il donne un précipité floconneux avec l'acétate de plomb, précipité qui devient plus ou moins rapidement cristallin (comme la plus grande partie des sels de plomb). S'arrêter, comme le fait M. Boutroux, à cette différence est se tenir sur une base bien fragile pour établir un acide distinct du mien; tous les autres caractères s'accordent avec ceux que j'ai publiés.

» Le même acide peut être obtenu dans l'action du sucre et de l'acide azotique, lorsqu'on emploie de l'acide étendu jusqu'à $D = 1,20$ à $1,22$ et lorsqu'on n'use pas plus de $1^{éq},5$ à $1^{éq},7$ de cet acide. Il donne un précipité *floconneux* avec l'acétate de plomb, et ce précipité devient cristallin en plus ou moins de temps suivant la concentration des liqueurs.

» Je serais heureux que M. Boutroux maintînt à l'acide le nom d'*hexépique* que je lui ai donné (et qu'on maintiendra si la tradition n'est pas abandonnée).

» *Hexépique* est un mot fondé sur une règle dont chaque jour fait ap-

(1) Voir *Comptes rendus* de la séance du 19 avril 1886, p. 924.

précier l'utilité. Je n'ignore pas qu'il peut exister des isomères, mais tous sont hexépiques, et il suffit, pour les distinguer, d'une lettre, α, β, γ, etc.

» Le mot *oxygluconique* repose sur une *série d'hypothèses* qui ne sont compréhensibles qu'avec d'autres hypothèses.

» Hexépique exprime un fait et, je crois, de la manière la plus simple. Il y a longtemps que je l'ai proposé, ce qui devrait être un titre de plus. »

M. **Neyreneuf** adresse une Note « sur les tuyaux sonores ».

M. **G. Leprévost-Bourgerel** adresse une Note « sur un serre-joint quadricylindrique (combinaison de quatre plans inclinés circulaires) ».

M. **Th. Defresne** adresse à l'Académie, par l'entremise de M. Chatin, une Note intitulée : « Suc pancréatique après son arrivée dans la circulation par la voie stomacale. »

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Botanique, par l'organe de son doyen, M. Duchartre, présente la liste suivante de candidats à la place laissée vacante par le décès de M. *Tulasne*.

En première ligne	M. **Bornet**.
En deuxième ligne	M. **Prillieux**.
En troisième ligne (ex æquo) *et par ordre alphabétique*	M. **Bureau**. M. **Cornu**. M. **de Seynes**.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. A. V.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 3 mai 1886.

Science et philosophie; par M. Berthelot. Paris, Calmann Lévy, 1886; in-8°.

Théorie du potentiel et ses applications à l'électrostatique et au magnétisme; par Émile Mathieu. Seconde Partie : *Électrostatique et magnétisme*. Paris, Gauthier-Villars, 1886; in-4°. (Présenté par M. Darboux.)

Thèses présentées à la Faculté des Sciences de Paris pour obtenir le grade de docteur ès sciences naturelles; par H.-C. de Varigny. 1re thèse : *Recherches expérimentales sur la contraction musculaire chez les Invertébrés;* 2e thèse : *Propositions données par la Faculté*. Poitiers, typogr. Oudin, 1886; in-8°.

Sur le tétanos rythmique chez les muscles d'invertébrés; par M. le Dr H. de Varigny. Paris, G. Masson, 1886; in-8°. (Extrait des *Archives de Physiologie*.) [Ces deux Ouvrages sont adressés par l'auteur au concours Montyon, Physiologie expérimentale.]

Paris. Sa topographie. Son hygiène. Ses maladies; par Léon Colin. Paris, G. Masson, 1885; in-18 relié. (Renvoi au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Leçons sur l'accouchement comparé dans les races humaines; par le Dr E. Verrier. Paris, F. Savy, 1886; in-8°. (Renvoi au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Station agronomique de Bordeaux. Recherches sur la réduction des nitrates par les infiniment petits; par MM. U. Gayon et G. Dupetit. Nancy, impr. Berger-Levrault, 1886; in-8°. (Présenté par M. Pasteur, pour le prix Ponti.)

Étude clinique sur le choléra au Pharo pendant l'épidémie de 1885; par le Dr M. Coste. Paris, J.-B. Baillière, 1886; in-8°. (Adressé par l'auteur au concours Bréant.)

Dr H. Gaudichier. *De l'échéance des accidents cérébraux dans la syphilis et en particulier de la syphilis cérébrale précoce*. Paris, G. Steinheil, 1886; in-8°. (Renvoi au concours Lallemand.)

Nouvelle théorie météorologique et cosmographique résumée; par Monméja. Villeneuve-sur-Lot, impr. C. Leygues, 1886; br. in-8°.

Nouvelle théorie servant à calculer le mouvement de la lumière dans les

cristaux biréfringents symétriques, etc.; *par* DE COLNET D'HUART. Luxembourg, impr. V. Bück, 1886; br. in-8°.

Atti della Accademia fisico-medico-statistica in Milano; anno accademico 1885, serie quarta, vol. III. Milano, tipogr. Nazionale, 1885; in-8°.

Second geological Survey of Pensylvania. Grand Atlas. Division I, Part 1; Division II, Part 1, 2; Division III, Part 1; Division IV, Part 1; Division V, Part 1. Harrisburg, 1885; 6 livr. grand aigle.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 10 MAI 1886.

PRÉSIDENCE DE M. JURIEN DE LA GRAVIÈRE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la formation de l'acide oxalique dans la végétation. Plantes diverses;* par MM. **Berthelot** et **André** (¹).

« II. Amarantus caudatus. — Cette plante contient des doses notables d'acide oxalique : la formation de l'acide oxalique dans l'*Am. caudatus* est d'autant plus digne d'intérêt que nous avons étudié sur la même espèce la formation des azotates. Les jus extraits de la plante sont sensiblement neutres : circonstance qu'il convient de noter; car l'acidité du jus par un acide fort semblerait peu compatible avec l'existence d'une dose notable d'azotates. L'acide azotique serait mis à nu, en tout ou en partie, par l'acide oxalique, en raison du partage des bases déterminé par la formation des oxalates acides, lesquels répondent au maximum thermique : or un acide libre, même en solution très étendue, est réduit peu à peu par les principes sucrés et analogues, même *in vitro*, et *a fortiori* avec le concours d'ac-

(¹) Voir *Comptes rendus* de la séance précédente, p. 995.

tions physiologiques. L'existence simultanée et permanente de doses notables des acides azotique et oxalique, dans les mêmes organes, ne peut donc avoir lieu qu'à la condition que ces deux acides soient saturés. C'est en effet ce que nous avons vérifié sur l'*Am. caudatus*. Ajoutons en outre que les oxalates s'y trouvent surtout à l'état insoluble; c'est-à-dire que la potasse est combinée de préférence avec l'acide azotique, et la chaux avec l'acide oxalique, ainsi qu'on devait s'y attendre.

» Voici les analyses faites pendant le cours d'une période annuelle :

I. — 18 *juin* 1885. — *Débuts de la floraison.*

	Sec.		Eau pour 100 parties.	Acide oxalique absolu ($C^4H^2O^8$)			Acide oxalique relatif à 100 parties		
				soluble.	insoluble.	total.	soluble.	insoluble.	total.
	gr			gr	gr	gr			
Racine........	0,188	10,5	337	0,0012	0,0059	0,0071	0,61	3,15	3,76
Tige..........	0,599	33,6	717	0,0	0,0418	0,0418	0,0	6,97	6,97
Feuilles.......	0,808	45,3	487	0,0043	0,0473	0,0516	0,53	5,86	6,39
Inflorescences..	0,188	10,6	448	0,0008	0,0033	0,0041	0,42	1,75	2,17
1 pied total..	1gr,783	100,0	545	0gr,0063	0gr,0983	0gr,1046	0,35	5,51	5,86

» On voit que la dose relative des oxalates dans l'*Am. caudatus* à cette époque s'élevait à la moitié de celle du *Rumex acetosa*; celle des oxalates insolubles étant à peu près la même.

» La répartition des azotates et des oxalates dans l'*Amarantus* est fort différente. S'ils abondent pareillement dans la tige, par contre les oxalates s'y trouvent à forte dose dans les feuilles et inflorescences, organes au sein desquels les azotates tendent à disparaître. Ceci accuse un mode de génération et des fonctions physiologiques toutes différentes.

II. — 24 *juillet* 1885. — Les inflorescences se sont accrues; acidité insensible.

	Sec.		Eau pour 100 parties.	Acide oxalique absolu			Acide oxalique relatif		
				soluble.	insoluble.	total.	soluble.	insoluble.	total.
	gr			gr	gr	gr			
Racine........	4,42	7,6	382	0,034	0,198	0,232	0,76	4,50	5,26
Tige	24,93	42,8	758	0,039	1,384	1,423	0,15	5,55	5,70
Feuilles......	15,16	26,1	529	0,091	1,193	1,284	0,60	8,86	8,46
Inflorescence..	13,68	23,5	411	0,017	0,271	0,288	0,12	1,98	2,10
1 pied total.	58gr,19	100,0	586	0gr,181	3gr,046	3gr,227	0,31	5,23	5,54

» L'acide a crû à peu près proportionnellement au poids de la plante et

est devenu trente fois aussi considérable. Mais il est toujours à l'état insoluble, sauf 6 centièmes environ; cette petite dose soluble se trouve d'ailleurs dans toutes les parties du végétal; mais elle est minimum dans la tige, ce qui montre bien que ce n'est pas là le siège de la formation des oxalates.

» Ceux-ci, en effet, doivent se former d'abord dans un milieu liquide, c'est-à-dire à l'état soluble. Leur proportion relative est maximum dans les feuilles. Au contraire, c'est la racine qui contient dans cette plante le maximum de carbonates (0,65 CO^2), dont les deux tiers insolubles.

III. — 17 *septembre* 1885. — *Inflorescences très développées.*

	Sec.		Eau pour 100 parties.	Acide oxalique absolu soluble.	insoluble.	total.	Acide oxalique pour 100 p. soluble.	insoluble.	total.
Racines.......	gr 18,75	4,87	220	gr 0,140	gr 0,739	gr 0,879	0,75	3,94	4,69
Tige et pétioles.	135,43	35,18	320	0,484	7,500	7,984	0,35	5,54	5,89
Feuilles.......	48,83	12,68	362	0,096	5,521	5,617	0,19	11,31	11,50
Inflorescences.	181,96	47,27	164	0,364	3,066	3,430	0,19	1,69	1,88
1 pied total...	384gr,97	100,00	247	1gr,084	16gr,826	17gr,910	0,28	4,38	4,66

» Cette dernière période est remarquable. En effet, le poids absolu de la plante a sextuplé, tandis que celui de l'acide oxalique est demeuré stationnaire, ou a même un peu diminué; il semble donc que sa formation ait eu lieu principalement pendant la période initiale de la vie de l'*Am. caudatus;* tandis qu'elle aurait cessé pendant le cours de la floraison. L'acide oxalique est toujours presque en totalité à l'état insoluble. Sa prédominance dans les feuilles est très accusée, en opposition avec la formation des azotates.

» III. Chenopodium quinoa. — Fournit des sucs neutres : ne contient guère d'azotates. Les oxalates solubles y abondent.

1. 18 *mai* 1885. — Acidité insensible.

1 pied sec = 0gr,4752. — Eau pour 100 parties = 814.

		gr	En centièmes.
Acide oxalique ($C^4H^2O^8$)	des sels solubles......	0,00576	1,21
»	des sels insolubles.....	0,01281	2,69
		0gr,01857	3,90

Cendre totale.	CO^3K, etc.	CO^3Ca, etc.	SiO^2, etc.
25,6.............	17,0	8,5	0,1

» On voit que l'acide oxalique ne saturait qu'une faible fraction des bases. La chaux était double de la dose nécessaire pour changer tout l'acide

oxalique en sel calcaire : ce qui montre que les oxalates solubles n'ont rencontré sur leur trajet dans la plante qu'une portion de cette chaux, dans des conditions de double décomposition totale.

2. 12 *juin* 1885. — Végétation active. Avant floraison.

	Sec.		Eau pour 100 parties.	Acide oxalique absolu			Acide oxalique relatif à 100 parties		
				soluble.	insoluble.	total.	soluble.	insoluble.	total.
	gr			gr	gr	gr			
Racine.......	0,501	11,1	208	0,00495	0,00899	0,01394	0,98	1,80	2,78
Tige.........	2,002	44,4	681	0,01766	0,05522	0,07288	0,88	2,76	3,64
Feuilles......	1,919	42,5	496	0,07918	0,01193	0,09111	4,12	0,62	4,74
Inflorescences.	0,091	2,0	538	»	»	0,00393	non dosé.	»	4,29
1 pied total.	4,513	100,0	547	$0^{gr},10179$	»	$0^{gr},18186$	2,25	»	4,02

» L'acide oxalique total a crû proportionnellement au poids de la plante elle-même. Il y existe pour moitié à l'état de sel soluble; mais sa répartition est fort inégale dans les diverses parties. Son poids absolu maximum est dans la feuille; la tige vient ensuite, les racines et les inflorescences en dernier lieu; mais les poids relatifs ne diffèrent pas beaucoup dans la tige, les inflorescences et les feuilles. C'est surtout dans la feuille que se trouvent les oxalates solubles; ils y forment les sept-huitièmes de l'acide total; tandis que dans la tige les oxalates insolubles sont plus abondants et forment les trois quarts du total. La tige contient aussi des carbonates, principalement insolubles (*Comptes rendus,* t. CI, p. 25).

» Ces résultats peuvent se traduire de la manière suivante. L'acide oxalique se forme principalement dans la feuille; tandis que les bases, telles que la chaux, susceptibles de former des oxalates insolubles, sont extraites du sol par la racine sous forme de sels solubles et pénètrent successivement dans les diverses parties de la plante. D'après l'analyse des cendres, les sels calcaires dans la tige (6,2) et les feuilles (10,1) seraient en excès sur la proportion nécessaire pour rendre l'acide oxalique insoluble; tandis que dans l'inflorescence (3,7) ils feraient défaut.

3. 17 *juillet* 1885. — *Floraison* (moyenne de 3 pieds).

	Sec.		Eau pour 100 parties.	Acide oxalique absolu			Acide oxalique relatif		
				soluble.	insoluble.	total.	soluble.	insoluble.	total.
	gr			gr	gr	gr			
Racines.......	7,217	9,0	246	0,072	0,033	0,105	1,00	0,45	1,45
Tiges.........	46,818	58,3	476	0,249	1,479	1,728	0,53	3,16	3,69
Feuilles.......	19,915	21,0	471	0,921	1,247	2,168	5,44	7,37	12,81
Inflorescences.	9,350	11,7	488	0,451	0,202	0,653	4,56	2,42	6,98
1 pied total.	$80^{gr},300$	100,0	455	$1^{gr},693$	$2^{gr},961$	$4^{gr},654$	2,10	3,69	5,79

» L'acide oxalique s'est accru dans la plante : non seulement par son poids absolu, qui est devenu près de cinquante fois aussi considérable, mais par son poids relatif, lequel a augmenté de près de moitié. Au point de vue de sa répartition, l'acide oxalique se trouve encore maximum dans les feuilles, comme poids absolu et plus encore comme poids relatif. Les tiges, qui en contiennent un poids absolu voisin, sont bien plus faibles au point de vue relatif; ceci contraste avec les carbonates, qui existent surtout dans la tige (0,3). Au point de vue des oxalates, les fleurs la surpassent, tandis que les racines sont minimum. Ceci confirme et accentue la formation de l'acide oxalique dans les feuilles. On remarquera que les oxalates solubles deviennent relativement de plus en plus abondants, lorsque l'on passe de la tige à la feuille, et de celles-ci aux inflorescences. Cependant les sels calcaires ne font défaut dans aucune de ces parties, d'après nos analyses des cendres. C'est toujours dans la tige que les oxalates insolubles prédominent; la racine, siège de l'absorption des sels calcaires, ne présente pas une accumulation anormale de chaux.

» 4. 14 *septembre* 1885. — Feuilles jaunies; tiges desséchées, fructification avancée. Moyenne de 4 pieds. Réaction acide insensible.

			Acide oxalique absolu			Acide oxalique relatif		
	Sec.	Eau pour 100.	soluble.	insoluble.	total.	soluble.	insoluble.	total.
Racines	gr 7,98	15,3	gr 0,0274	gr 0,0318	gr 0,0592	0,34	0,40	0,74
Tiges et pétioles	26,55	51,0	0,0608	0,6786	0,7394	0,22	2,56	2,78
Feuilles (limbes et nervures)	2,43	4,7	0,0941	0,2383	0,3324	3,87	9,80	13,67
Inflorescences	15,08	29,0	0,2588	0,5306	0,7894	1,71	3,52	5,23
1 pied total	52gr,04	100,0	0gr,4411	1gr,4793	1gr,9204	0,84	2,84	3,68

» Pendant cette dernière période, le poids absolu de l'acide oxalique a diminué, aussi bien que son poids relatif, ce dernier tombant même un peu au-dessous du point de départ. Quant à la répartition, le maximum absolu est dans les inflorescences, puis viennent les tiges. Mais, au point de vue de la richesse relative, les feuilles l'emportent toujours.

» Les oxalates insolubles ont beaucoup augmenté comme proportion relative; mais, circonstance étrange, c'est dans la racine que les oxalates solubles forment la dose relative la plus forte du total des oxalates. Ceci concourt à montrer que, vers la fin de la végétation, la racine ne prend presque plus rien au sol.

» IV. *Mesembrianthemum cristallinum.* — Plante grasse. Elle se dis-

tingue par ce fait que ses sucs, d'abord neutres, deviennent plus tard acides; par la dose d'eau énorme contenue dans ses tissus; enfin parce qu'elle contient les oxalates sous les deux formes soluble et insoluble.

» 1. La graine, très petite, n'a pas fourni d'oxalates (sur $1^{gr},427$).

» 2. 18 *mai*. — Acidité nulle.

1 pied sec : $0^{gr},0189$. Eau pour 100 : 2,385. — Acide oxalique sol., 5,6; insol., 4,45; 10,05.
Cendres : CO^3K, etc., 28,2; CO^3Ca, etc., 4,6; SiO^2, etc., 0,5; total 33,3.

» 3. 9 *juin*. — Acidité insensible.

				Acide oxalique absolu			Acide oxalique relatif		
			Eau.	soluble.	insoluble.	total.	soluble.	insol.	total
Racines	gr 0,044	32	294	non dosé.	trace.	»	»	»	»
Tiges et feuilles	0,607	68	2524	0,048	0,010	0,058	7,9	1,6	9,5
1 pied	$0^{gr},651$	100	2373	$0^{gr},048$	$0^{gr},010$	$0^{gr},058$	7,9	1,6	9,5

» La dose des oxalates solubles est ici prépondérante.

Cendres.	CO^3K, etc.	CO^3Ca, etc.	SiO^2, etc.	Total.
Racine	5,9	6,1	2,9	14,9
Tiges et feuilles	33,9	4,9	0,6	39,5
1 pied	32,0	5,0	0,8	37,8

» L'abondance des sels alcalins répond à celle des oxalates solubles, quoique la plante renferme une dose de chaux triple à peu près de celle qui peut être contenue dans les oxalates insolubles.

» 4. 8 *juillet*. — Le suc est devenu acide : cette acidité, nulle dans les racines, est manifeste dans les tiges (0,37 centièmes), et surtout marquée dans les feuilles (2,03). Ceci traduit le travail de formation de l'acide oxalique, sous l'influence de la fonction chlorophyllienne.

	Sec.			Acide oxalique absolu			Acide oxalique relatif		
			Eau.	soluble.	insoluble.	total.	soluble.	insoluble.	total.
Racines.	gr 0,446	3,39	208	gr 0,0064	gr 0,0072	gr 0,013	1,4	1,6	3,0
Tiges	4,053	30,85	1834	0,0575	0,0672	0,1247	1,4	1,7	3,1
Feuilles.	8,637	65,76	2685	0,5111	0,2871	0,7982	5,9	3,3	9,2
1 pied	$13^{gr},136$	100,00	2338	$0^{gr},5750$	$0^{gr},2915$	$0^{gr},8665$	4,4	2,0	6,4

» On voit par là qu'il y a à la fois des oxalates solubles et des oxalates insolubles, et que la feuille en est le siège principal : les oxalates solubles y prédominent, aussi bien que l'acide libre.

5. 23 *septembre* 1885. — Quelques fleurs : moyenne de 3 pieds.

	Sec.		Eau.	Acide oxalique absolu soluble.	insoluble.	total.	Acide oxalique relatif soluble.	insoluble.	total.
Racines.	gr 0,798	3,22	109	gr 0,006	gr 0,004	gr 0,010	0,77	0,48	1,25
Tiges...	15,984	64,19	1410	0,470	0,00	0,470	2,95	0,0	2,95
Feuilles.	8,102	32,59	2504	0,653	0,00	0,653	8,05	0,0	8,05
1 pied..	24gr,854	100,00	1725	1gr,129	0gr,004	1gr,133	4,53	0,02	4,55

» Le titre acide est nul dans la racine : il répond à 0,9 centième dans la tige ; à 3,7 dans la feuille. C'est la même relation que précédemment : c'est-à-dire que la formation de l'acide oxalique libre dans la feuille se confirme ; en même temps la présence presque exclusive des oxalates solubles, à ce moment de la végétation, contraste avec les observations inverses faites sur les Amarantes.

» Toutes ces circonstances traduisent les conditions physiologiques de vie et d'organisation profondément différentes dans une plante grasse, très aqueuse, à respiration et échanges gazeux lents. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre pour la Section de Botanique, en remplacement de feu M. *Tulasne*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 56,

M. Bornet	obtient.	36 suffrages.
M. Bureau	»	10 »
M. Prillieux	»	6 »
M. Max. Cornu	»	2 »
M. de Seynes	»	1 »

M. **Bornet**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. Launette adresse une Communication relative à la maladie de la vigne.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. Jullien adresse un supplément au Mémoire sur le traitement des vignes phylloxérées, qu'il a présenté dans la séance du 28 septembre 1885.

« L'amélioration que je propose, dit l'auteur, consiste à produire avec une quantité donnée d'eau de vidange polysulfurée une quantité indéfinie d'un liquide polysulfuré, antiphylloxérique et fertilisant, par des additions successives et méthodiques de fumier et de matières organiques réduits en terreau, d'eau et de soufre. »

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

M. de Baeyer, élu Correspondant pour la Section de Chimie, adresse ses remercîments à l'Académie.

L'Université de Heidelberg invite les Membres de l'Académie à assister aux fêtes qui célébreront du 2 au 7 août prochain le cinq-centième anniversaire de sa fondation.

L'Académie désigne M. Hermite et M. Lippmann pour la représenter à ces fêtes.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Un Ouvrage de M. *J. Salleron* portant pour titre : « Études sur le vin mousseux ». (Présenté par M. Hervé Mangon.)

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète b 1886 (Brooks II) et de la nouvelle planète (258) (Luther), faites à l'observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest)*. Note de M. G. **Bigourdan**, communiquée par M. Mouchez.

« La nouvelle planète (258) a été découverte par M. le Dr R. Luther, à Düsseldorf, le 4 mai 1886; à cette date, à 10^h (temps moyen de Düsseldorf), elle occupait la position suivante :

Ascension droite.	Déclinaison.
$14^h 20^m$	$-9^\circ 31'$

	Dates. 1886.	Étoiles de comparaison.	Grandeurs.	Astre — étoile. Ascension droite.	Astre — étoile. Déclinaison.	Nombre de comparaisons.
				m s	′ ″	
☄	Mai 4....	*a* 4930 BD + 30°.	9,5	−0.33,54	−9.25,0	12:12
☄	5....	*b* 4645 BD + 32°.	9,3	−0.12,01	+1.27,7	8:8
(258)	7....	*c* Anonyme.	9	+1.34,18	+8. 1,3	15:10
(258)	8....	*d* Id.	9,5	−1.20,05	+4.26,8	12:18

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1886.	Étoiles de comp.	Ascension droite moy. 1886,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1886,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Mai 4.....	*a*	23.17.35,9	+0,17	+30.37. 0	−7,5	B.D.
5.....	*b*	23.20.44,90	+0,19	+32.34. 9,9	−7,9	B.B. t. VI.
7.....	*c*	14.15.57,57	+2,07	− 9.15.36,1	−5,3	Rapportée à *e*.
8.....	*d*	14.18. 5,87	+2,08	− 9. 4.31,0	−4,9	Rapportée à *c*.
	e	14.16.19,93	»	− 9.22.28,4	»	$Weisse_1$.

Positions apparentes de la comète b 1886 et de la planète (258).

	Dates. 1886.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
		h m s	h m s		° ′ ″	
☄	Mai 4....	14. 6. 6	23.17. 2,5	$\bar{1},653_n$	+30.27.27	0,776
☄	5....	13.40. 7	23.20.33,08	$\bar{1},656_n$	+32.35.29,7	0,793
(258)	7....	11.23.59	14.17.33,82	$\bar{2},206$	− 9. 7.40,1	0,874
(258)	8....	10.24.27	14.16.47,90	$\bar{2},894_n$	− 9. 0. 9,1	0,872

» Remarques. — *Mai* 5. A $13^h 59^m, 0^s$ (temps moyen de Paris), la tête de la comète a occulté centralement une étoile de 9e,5 grandeur (4644 BD + 32°).

L'incertitude de l'heure m'a paru inférieure à $\pm 5^s$. Dans cette occultation, je n'ai pu saisir aucun phénomène particulier; au moment de l'occultation centrale, l'étoile ne se voyait plus, la comète avait son aspect ordinaire, l'étoile étant comme noyée dans la lumière de la tête. Cette comète offre, en petit, l'aspect de la comète de Donati, en forme d'éventail presque fermé et courbé. Le 4 mai au matin ($14^h 20^m$, t. m. P.), elle était formée par une tête brillante, très petite, de laquelle s'échappait une queue dont les deux bords faisaient entre eux un angle de 10°; la queue avait 10′ à 12′ de long; sa direction générale sur une longueur de 3′ près du noyau répondait à 252° d'angle de position. A son origine, la queue était très brillante, de sorte que le noyau se distinguait à peine des parties voisines.

» *Mai* 7. La planète (258) est de 12ᵉ grandeur.

» Avec l'équatorial j'ai rapporté les étoiles *c* et *d* respectivement à *e* et *c*; j'ai obtenu ainsi :

			Comparaisons.
	m s	′ ″	
⋆*c* — ⋆*e*.........	—0.15,36	+ 6.52,3	12:12
⋆*d* — ⋆*c*.........	+2. 8,30	+11. 5,1	9:6

ASTRONOMIE. — *Observations des comètes Brooks* (1886), *faites à l'observatoire de Lyon, équatorial de Brunner de* 6 *pouces*. Note de M. **Gonnessiat**, présentée par M. Lœwy.

I. — Comète Brooks.

Date. 1886.	Temps moyen de Lyon.	ΔR (☄ — ⋆).	ΔD (☄ — ⋆).	Nombre de comp.	Ascension droite appar. ☄.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.	⋆.
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Mai 2..	9.24.52	+1.32,85	+4.30,5	18:24	0.59. 9,58	$\bar{1}$,262	+59,47.48,8	0,924	1
3..	9.36.18	—0.59,97	+3.44,0	10:10	1. 6.26,53	$\bar{1}$,181	+59.12.57,5	0,927	2
4..	14.28. 9	+0.19,32	+1.56,3	10:10	1.14.56,61	$\bar{1},840_n$	+58.28.55,6	0,766	3
6..	12. 0.46	—2.57,69	—9.12,6	12:16	1.27.42,61	$\bar{1},474_n$	+57.14.24,9	0,914	4
7..	13.52.20	—0.10,28	—7. 3,6	10:10	1.34.40,82	$\bar{1},759_n$	+56.29.19,3	0,832	5

» La comète apparaît comme une nébulosité diffuse de 2′ environ de diamètre, avec condensation centrale peu marquée.

II. — Comète Brooks.

Date. 1886.	Temps moyen de Lyon.	ΔR (☄ — ⋆).	ΔD (☄ — ⋆).	Nombre de comp.	Ascension droite appar. ☄.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison. apparente.	Log. fact. parall.	⋆.
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Mai 3..	15. 9.34	—0.22,63	+8.25,6	12:12	23.13.52,11	$\bar{1},664_n$	+28.23. 8,0	0,698	6
4..	15.18.26	+5. 4,67	+8.54,3	12:16	23.17.14,05	$\bar{1},669_n$	+30.33.16,9	0,672	7
7..	15.14.51	—0,27,34	—5. 9,0	12:12	23.28.36,80	$\bar{1},705_n$	+37. 4.40,7	0,626	8

» *Mai* 4. — Tête de la comète brillante, étroite et allongée dans l'angle de position 258°. Queue visible sur une longueur de 12′ environ, faible et s'étalant vers le sud à son extrémité. Les comparaisons se rapportent à un point sensiblement plus condensé à l'extrémité est de la tête.

» Cependant les observations en Æ présentent quelque incertitude.

» *Mai* 7. — Observations à travers nuages.

Positions moyennes 1886,0 *des étoiles de comparaison.*

⋆.	Grandeurs.	Ascension droite.	Réduction au jour.	Déclinaison.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″		
1......	9	0.57.37,20	−0,47	+59.43.27,9	−9,6	Rümker, 247.
2......	9	1. 7.26,98	−0,48	+59. 9.23,1	−9,6	BB. VI + 58°, 199.
3......	9,5	1.14.37,76	−0,47	+58.27. 8,9	−9,6	6:8 à comp. à Rümker, 278.
4......	6	1.30.40,76	−0,46	+57.23.47,1	−9,6	Radc₁., 481.
5......	8	1.34.51,54	−0,44	+56.36.32,6	−9,7	Rümker, 378
6......	8,5	23.14.14,59	+0,15	+28.14.49,4	−7,0	Weisse, 23h, 257
7......	7,5	23.12. 9,19	+0,19	+30.24.30,0	−7,4	BB. VI + 30°, 4918
8......	6,5	23.29. 3,91	+0,23	+37. 9.58,5	−8,8	Yarnall, 10411

ASTRONOMIE. — *Transformation des angles horaires et déclinaisons en azimuts et hauteurs.* Note de M. VINOT, présentée par M. Tisserand.

« Warnstorff a calculé, pour la latitude de l'observatoire d'Altona, des Tables donnant cette transformation, et nous avons été conduit à penser que de pareilles Tables, calculées pour la latitude de Paris, pouvaient être de quelque utilité. Nous avons déjà eu l'honneur d'offrir à l'Académie les valeurs des angles auxiliaires rendant cette transformation le plus simple possible.

» En voulant pousser plus loin le travail, nous avons vu que, pour des valeurs de la déclinaison suffisamment grandes, les azimuts variaient de quantités considérables; les Tables ne se seraient donc plus prêtées aux interpolations; nous avons pris le parti de faire les calculs seulement pour des déclinaisons comprises entre −41° et +41°; nous avons construit, pour des valeurs de l'angle horaire variant de degré en degré de 0° à 90°, une série de Tables à simple entrée donnant l'azimut et la hauteur; l'argument de chacune de ces Tables est la déclinaison qui varie, elle aussi de degré en degré, depuis −41° jusqu'à +41°.

» Nous serions très honoré si l'Académie voulait bien conserver, dans ses Archives, ces Tables, qui pourront peut-être éviter à d'autres d'assez longs calculs. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur l'emploi des manomètres à écrasement pour la mesure des pressions développées par les substances explosives*. Note de MM. **Sarrau** et **Vieille**, présentée par M. Cornu.

« 1. Nous avons étudié, dans de précédentes Communications [1], les conditions de l'emploi du manomètre à écrasement, dit *crusher*, pour la mesure des pressions développées par les explosifs dans une éprouvette close. Avec ce manomètre, on mesure l'écrasement d'un petit cylindre en cuivre rouge placé entre une enclume fixe et la tête d'un piston dont la base, de section connue, reçoit l'action des gaz.

» Après avoir vérifié que la résistance opposée par le cylindre au mouvement du piston dépendait seulement, pour chacun des écrasements successifs qui se produisent, de la valeur de cet écrasement et non des autres circonstances du mouvement, nous avons déterminé, par un tarage spécial, la résistance correspondant à chaque valeur particulière de l'écrasement.

» Nous avons signalé ensuite deux cas limites où la pression maximum se déduit exactement de l'écrasement mesuré.

» Dans le premier cas, la force d'inertie est négligeable à la fin du mouvement, de sorte que la pression maximum est égale à la résistance correspondant à l'écrasement final.

» Dans le second cas, le mouvement du piston ne diffère pas sensiblement de celui que produit une pression constante sans vitesse initiale, et la pression maximum est égale à la résistance correspondant à la moitié de l'écrasement final.

» Nous avons établi d'ailleurs que ces deux cas se réalisaient effectivement, dans des conditions que nous avons définies, en faisant varier progressivement, par des artifices convenables, la durée de combustion en vase clos de charges explosives identiques, et en constatant que la valeur de l'écrasement, d'abord stationnaire pour des variations étendues de la

---

(1) *Comptes rendus*, t. XCV, p. 26, 130 et 180.

durée de combustion, croît ensuite lorsque la combustion devient de plus en plus rapide et atteint une deuxième limite fixe exactement double de la première.

» 2. Il nous a paru utile de mettre hors de doute l'existence des deux limites, d'une autre manière, en inscrivant le mouvement du piston sur un cylindre tournant ([1]). Le dispositif que nous avons employé à cet effet a été décrit dans l'une de nos précédentes Communications; il nous a permis d'enregistrer avec régularité des mouvements dont la durée n'est, en général, que de quelques millièmes de seconde. La courbe tracée sur le cylindre est relevée par points au moyen de lectures au microscope; elle donne l'espace parcouru par le piston en fonction du temps et l'on en déduit la vitesse et l'accélération du mouvement. Le produit de l'accélération par la masse du piston mesure l'excès de la pression motrice sur la résistance du cylindre écrasé.

» 3. Voici le résultat des lectures effectuées sur un tracé que nous avons choisi parmi plusieurs centaines de courbes analogues obtenues avec les poudres les plus diverses. Il correspond à la combustion, dans une éprouvette close, d'une quantité de la poudre réglementaire dite C_1, telle que la densité de chargement (rapport du poids de la poudre au volume de l'éprouvette) était 0,650. Le poids du piston était de 60^{gr}.

» On a mesuré sur le tracé les ordonnées correspondant à des abscisses croissant par intervalles égaux de 2^{mm}, la longueur de 2^{mm} représentant, d'après la vitesse du cylindre tournant, une fraction très petite de seconde $\theta = 0,000317$, et l'on a rectifié les valeurs de ces ordonnées, par la régularisation graphique de la courbe, avant de calculer les différences premières et secondes. Le Tableau suivant renferme :

» 1° Les temps t, multiples de θ, à partir de l'origine du mouvement;

» 2° Les espaces u, mesurés et rectifiés (millimètres);

» 3° Les vitesses v (mètres);

» 4° Les produits $m\frac{d^2u}{dt^2}$ (kilogrammes);

» 5° Les résistances R correspondant, d'après le tarage, aux espaces parcourus (kilogrammes par centimètre carré).

([1]) Nous croyons devoir rappeler à cette occasion que M. Marcel Deprez a le premier proposé un appareil enregistrant la courbe, en fonction du temps, des espaces parcourus par un piston libre soumis à l'action des gaz de la poudre.

t.	u mesurés.	u rectifiés.	v.	$m\frac{d^2u}{dt^2}$.	R.
	mm	mm	m	kg	kg
1	0,29	0,29	0,91	+ 20,6	541
2	0,92	0,92	1,98	+ 9,3	696
3	1,69	1,69	2,43	— 1,82	1033
4	2,44	2,43	2,33	— 4,65	1445
5	3,13	3,10	2,11	— 13,36	1841
6	3,53	3,55	1,42	— 7,28	2199
7	3,95	3,88	1,04	— 4,86	2440
8	4,14	4,13	0,79	— 4,65	2617
9	4,35	4,31	0,57	— 2,43	2750
10	4,47	4,46	0,44	— 1,82	2847
11	4,59	4,57	0,35	— 1,21	2927
12	4,66	4,66	0,28	— 1,21	2936
13	4,73	4,73	0,22	— 0,61	3034
14	4,77	4,79	0,19	— 0,61	3071
15	4,84	4,84	0,16	»	3104
16	4,88	4,89	0,16	»	3130
17	4,93	4,94	0,16	»	3156
18	5,00	4,98	»	»	3211
19	5,05	5,04	»	»	3232

» Il résulte des chiffres de ce Tableau que la différence entre la pression intérieure de l'éprouvette et la résistance du cylindre est négligeable, non seulement à la fin du mouvement, mais encore sensiblement pendant toute la durée du développement de la pression.

» Ce résultat obtenu avec la poudre C_1, qui est la plus vive de celles qu'emploie l'Artillerie française, s'accentue encore avec les poudres plus lentes des pièces de gros calibre; la valeur de la force d'inertie atteint à peine quelques centaines de grammes et l'on peut, sans erreur appréciable, considérer comme rigoureusement *statique* le fonctionnement de l'appareil.

» Ajoutons que la résistance R étant, d'après les expériences de tarage, une fonction linéaire de l'écrasement, les ordonnées du tracé peuvent être considérées comme mesurant à chaque instant la pression intérieure, de sorte que le tracé fait connaître, sans transformation, la loi du développement de la pression intérieure.

» Nous ferons connaître prochainement les particularités fort différentes que présente le mouvement réalisé, dans l'autre cas limite, par la décomposition rapide des explosifs azotés. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Observations sur une Communication de M.* Ledieu, *relative aux machines marines.* Note de M. **Aug. Taurines.**

« Je viens appeler l'attention sur des erreurs commises par M. Ledieu, dans sa Communication du 23 mars 1885, en parlant des expériences dynamométriques faites à bord de la corvette *le Primauguet,* qu'il prend pour un simple aviso.

» D'après cet auteur, la variation moyenne de rendement de la machine a été de 0,70 à 0,82 avec 1000 chevaux indiqués. Il est douteux qu'il y ait des renseignements à tirer de ce qu'il appelle une machine *fruste.*

» Je citerai à ce propos deux passages du Rapport si lumineux de l'illustre Ingénieur Dupuy de Lôme, dont la perte irréparable laisse de profonds regrets :

» *Premier Extrait.* — Votre Commission a examiné ce travail (*Études sur les machines à vapeur*) avec un vif intérêt. Elle y a trouvé, bien coordonnés, bien discutés, les résultats d'un très grand nombre d'expériences des plus intéressantes pour l'art de la construction des machines et des propulseurs des navires.

» *Deuxième Extrait.* — Ces rapports (ou rendements) se sont élevés, *en route libre,* à l'allure normale des machines, jusqu'à 86 pour 100 et très rarement à moins de 80 pour 100, faisant ainsi ressortir à 20 pour 100 au plus et parfois seulement à 14 pour 100 l'ensemble du travail de frottement ou de service absorbé par la machine elle-même.

» Entre ces extraits et l'opinion de M. Ledieu le contraste est frappant; on pourrait en rester là. Il est bon cependant d'analyser sommairement les nombreuses erreurs accumulées par M. Ledieu en si peu de mots.

» I. D'après l'ouvrage des *Études,* le nombre 0,82 est une moyenne générale des années 1854 et 1856 et non une limite supérieure. De plus, il est expressément dit, dans les conclusions, que le nombre 0,857, soit 0,860, peut être au-dessous du maximum absolu du rendement de la machine du *Primauguet.* Pour atteindre sûrement ce dernier, il aurait fallu poursuivre les essais sans discontinuité, une journée de plus, comme cela est expliqué dans le texte (p. 16).

» L'expression de machine *fruste* imaginée par M. Ledieu n'est pas heureuse, car l'appareil du *Primauguet* était excellent et surtout d'une exécution parfaite; il y avait même, dans la disposition des manivelles, un perfectionnement qui contribuait à réduire l'amplitude des oscillations des

ressorts dynamométriques et, pour tout dire, il sortait des ateliers de M. Mazeline, un des meilleurs constructeurs de l'époque.

» Nous ferons remarquer, au sujet des améliorations, des perfectionnements apportés depuis aux machines marines, que, d'après les expériences dynamométriques et les termes mêmes du Rapport qu'on ne saurait trop méditer, le rendement est plus ou moins grand, « suivant l'intensité de la » pression, la perfection de l'ajustage et la manière dont s'opère la lubréfaction des surfaces frottantes ». Ainsi, quelle que soit la supériorité du mode de graissage adopté, il faut encore que l'ajustage et la pression des surfaces des coussinets ne laissent rien à désirer. Ce sont là des conditions fondamentales, difficiles à concilier et communes à tous les appareils, et l'on peut dire, jusqu'à un certain point, que le rendement dépend très sensiblement de l'habileté du constructeur de la machine et du mécanicien qui la conduit. On ne peut donc rien affirmer au delà des résultats obtenus dans les expériences précitées.

» II. Passons maintenant au rendement inférieur de 0,70. Il est tout à fait étranger à la question.

» Il y a beaucoup d'exagération dans les 1000^{chx} indiqués de M. Ledieu. Impossible de les voir dans les nombreuses expériences en marche de 1854 et 1856, et encore moins la deuxième année, à cause des chaudières un peu usées. Il n'a pu les rencontrer qu'une seule fois; il y a même 1017^{chx} (avant-dernière observation du Tableau général). Mais c'est au point fixe, quand la machine travaille dans des conditions anormales, quand les frottements croissent plus rapidement que les pressions; et encore la machine avait été forcée outre mesure et n'aurait pas résisté longtemps à cette épreuve qui dépassait la limite ordinaire des essais de ce genre: c'est alors seulement qu'on voit apparaître le minuscule rendement de 0,70 environ.

» III. Pour en finir, nous rappellerons les faits suivants :

» La Mécanique navale comprend trois problèmes fondamentaux : rendement des machines marines, utilisation des hélices, résistance de la carène en marche. M. Dupuy de Lôme a parfaitement expliqué, dans son Rapport, la solution du premier. Quant aux deux autres, le savant et infatigable M. le vice-amiral Pâris, qui m'a toujours témoigné une grande bienveillance, en a donné une idée nette et précise, avec une concision remarquable, dans son Rapport à l'Académie (séance du 7 décembre 1874, prix Plumey).

» D'un autre côté, la solution de ces trois problèmes a été complète, sui-

vant la déclaration formelle du Conseil des travaux de la Marine (séance du 5 mai 1874). Pour de tels problèmes, les théories conçues *a priori* sont impuissantes; elles sont même parfois dangereuses. Seule, la Mécanique expérimentale les résout par des mesures rigoureuses; aussi est-elle très utile pour l'art des constructions navales, ce qui est reconnu depuis longtemps.

» Le vrai savant qui se livre à des spéculations et des recherches théoriques n'oubliera jamais d'en tenir compte, pour s'assurer qu'il est dans la bonne voie. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sons engendrés dans les lames vibrantes par des décharges d'électricité statique.* Note de M. E. Semmola, présentée par M. Marey.

« Si une lame métallique ou une corde sonore est traversée par les décharges très fréquentes d'une machine électrique, elles donnent un son qui est très faible et tout à fait distinct du bruit de l'étincelle. Pour entendre ces sons, il faut fixer la lame métallique à l'extrémité d'un collecteur sonore en ébonite, qu'on approche de l'oreille. Les sons deviennent plus aigus à mesure que les décharges se succèdent plus fréquemment. On obtient aussi le son par une lame métallique placée tout près d'un conducteur traversé par les décharges électriques : la lame induite doit communiquer avec la terre, et l'on pourrait dire que ces sons excités par influence sont comme un phénomène de choc en retour. »

ÉLECTRICITÉ. — *Électrolyse secondaire.* Note de M. E. Semmola, présentée par M. Marey.

« On immerge un petit ruban de platine dans l'eau acidulée d'un voltamètre, de manière que ses bouts soient en regard des électrodes du voltamètre. Si on laisse passer dans le voltamètre un courant électrique suffisamment intense, on a un dégagement d'hydrogène et d'oxygène non seulement aux électrodes du voltamètre, mais aussi aux extrémités du ruban de platine immergé, que j'appelle troisième électrode et qui fonctionne tout à fait comme un nouveau voltamètre. Cette électrolyse secondaire varie d'intensité par beaucoup de causes, et elle cesse tout à fait si le courant n'est pas suffisamment fort; mais, si, au lieu du ruban de platine,

on emploie un métal facilement oxydable, l'électrolyse secondaire devient beaucoup plus forte. L'hydrogène, naturellement, se dégage seulement du côté négatif, l'oxygène se fixe sur l'autre extrémité. Dans mes recherches, j'ai préféré le zinc amalgamé, parce qu'il n'est pas attaqué par l'eau acidulée, lorsqu'il n'y a pas de courant. En fermant le circuit, on voit l'hydrogène se développer sur toute la moitié négative du ruban de zinc immergé; les bulles sont très petites tout près de la partie moyenne et vont en grossissant à mesure qu'elles se dégagent plus près des extrémités. Si, au lieu d'un seul ruban, on en immerge dans l'eau plusieurs morceaux, sur chacun d'eux il y aura dégagement de gaz. L'électrolyse secondaire est naturellement l'effet du courant qui se dérive par le ruban immergé. »

MÉTÉOROLOGIE. — *L'île Ferdinandea, le soleil bleu et les crépuscules rouges de* 1831. Note de M. **A. Riccò**, présentée par M. Faye.

« Il me paraît que, pour l'explication des crépuscules rouges de 1883-1884, l'étude des phénomènes semblables qui ont accompagné l'apparition de l'île Ferdinandea, en 1831, doit avoir une grande importance. En voici l'exposé :

» Ce volcan sous-marin a été annoncé par de faibles tremblements de terre, depuis le 28 juin jusqu'au 2 juillet. A ce jour quelques pêcheurs de Sciacca, qui allaient à la *Secca del corallo,* y virent une très forte agitation de la mer, mais ils crurent que c'était une mêlée de gros poissons; le 4, d'autres pêcheurs virent le même mouvement des eaux et une grande quantité de poissons morts : il y avait aussi une très forte senteur de soufrè, et la mer y était trouble. Le 8, le commandant Trafiletti y vit de la fumée sortir des eaux, avec des secousses sensibles à son bord : tout l'horizon était enveloppé de fumée obscure. Le même jour le commandant Corrao vit dans le golfe *di tre Fontane,* non loin de Sciacca, beaucoup de scories et de ponces flottant sur la mer et éparses sur le rivage; le 10, il aperçut, à la place du volcan, une masse d'eau qui s'élevait à 15^{m}. Le 12, le commandant Caronna vit la fumée en sortir continuellement, mais point de feu. Le 14, les exhalaisons sulfureuses étaient si abondantes qu'à Sciacca (à 52^{km}), elles ternissaient les objets métalliques. Le 16, l'agent de la douane Barresi fut témoin d'une explosion de scories incandescentes à une *hauteur immense;* à la nuit il vit des globes de feu et des éclairs : toujours beaucoup de poissons morts à la mer.

» Le 19, le commandant Swinburne aperçut un monticule noir, haut seulement de 4^{m}, mais l'éruption était en grande activité : le volcan lançait une colonne de cendres à plusieurs centaines de pieds de hauteur; du cratère sortait un ruisseau de boue qui souillait les eaux de la mer; celles-ci étaient à peine de 1° plus chaudes qu'ailleurs. La vapeur sortait du cratère de couleur grise, mais elle devenait blanche à mesure qu'elle laissait tomber les cendres; ces cendres formaient une *vase* qui arrivait même

sur le bateau et, en séchant, donnait une poussière très fine; des éclairs et du tonnerre accompagnaient l'éruption.

Le 22, le professeur Hoffmann vit, de Sciacca, la colonne de fumée haute d'un peu plus de 20°; ce qui, à la distance de 52^{km}, fait *une hauteur de plus de* 18^{km}. Le 24, étant arrivé près de l'île nouvelle, dont la hauteur atteignait alors 20^m, il en vit sortir, avec une *vitesse incroyable,* de grands ballons de vapeur blanche et, de temps en temps, une gerbe majestueuse de jets de cendres et de scories noires qui arrivaient à une hauteur de 200^m, avec accompagnement d'éclairs et de tonnerres; tout autour et jusqu'à une grande distance régnait un brouillard très épais, qui rendait difficile la navigation en ces parages.

» Le 11 août, le professeur C. Gemmellaro trouva le cratère haut de 30^m, mais ouvert au côté nord, par où les eaux de la mer entraient et se précipitaient, après chaque éruption; les scories et les cendres formaient des *jets fortement divergents à cause de la résistance de l'eau qu'elles devaient traverser;* elles arrivaient à une hauteur telle, qu'*elles employaient quinze secondes à retomber dans la mer,* ce qui donne une *hauteur de près de* 2205^m (en ne tenant point compte de la résistance de l'air).

» Après le 12, cessèrent les grandes éjections de fumée; le 19, l'éruption finit; le 20 août, le chirurgien Hosborne et des officiers anglais débarquèrent sur l'île, haute de 53^m : le cratère éteint contenait de l'eau rougeâtre à 88° C.

» Le 16 décembre 1831, la mer emporta les matériaux volcaniques incohérents qui formaient l'île, et il ne resta à sa place qu'un bas-fond.

» A l'observatoire de Palerme, le 30 juin et le 2 juillet 1831, on nota quelques tremblements de terre peu forts.

» Les 23, 24, 25, brouillard très épais à l'horizon, avec un ciel sans nuages; le 26, le brouillard est diminué; les 4, 5, 6 août, l'air est encore troublé par des vapeurs denses : le crépuscule se prolonge beaucoup.

» Le 8 depuis 6^h du soir, *le soleil, vu à travers le brouillard, apparaît comme un disque de lumière tranquille, blanc azuré* (*placida, bianco-azzurra* selon la description du Directeur N. Cacciatore); après le coucher, crépuscule rouge.

» Le 12 à 8^h du soir, crépuscule rouge, qui, à $8^h 45^m$, arrive à la hauteur de 45°, et finit à $9^h 30^m$.

» Les 19, 25, 26, 28, 29 août, 10, 17, 18 septembre, 4, 5 octobre, crépuscules rouges.

» On doit remarquer qu'à Palerme les brouillards épais sont presque inconnus, et que les crépuscules ordinaires présentent la couleur dominante verte.

» En résumé, la hauteur de la fumée de l'île Ferdinandea arrive à plus de 18^{km}, c'est-à-dire à peu près à la même hauteur qu'on a *attribuée* à la fumée du Krakatoa : l'éruption de l'île Ferdinandea, à son plus fort, dura environ pendant un mois, de manière que la masse de vapeurs lancée dans l'atmosphère a été énorme et comparable à celle qui a été vomie par le Krakatoa.

» Mais les matières solides projetées par l'île Ferdinandea, à cause de la résistance de l'eau qu'elles devaient traverser, n'arrivaient qu'à une hauteur bien au-dessous de 2200^m; en outre, ces matériaux étaient pétris avec

l'eau et partant ne pouvaient se répandre dans l'atmosphère. En effet, d'une trentaine de personnes (parmi lesquelles il y avait aussi des naturalistes célèbres) qui ont visité l'île et en ont donné des nouvelles (1), aucune n'a fait mention de poussières tombées, pas même sur les embarcations lorsqu'elles étaient très près du volcan.

» Au contraire, les cendres du Krakatoa ont été recueillies en grande quantité et à de très grandes distances.

» Malgré cette différence, l'éruption de l'île Ferdinandea a produit, elle aussi, des brouillards épais en Sicile et sur les mers environnantes, le soleil bleu et les crépuscules rouges qui ont été observés non seulement à Palerme, mais aussi dans presque toute l'Europe, jusqu'à la fin de septembre.

» En étudiant les observations météorologiques faites à Palerme pendant les crépuscules rouges de 1831, il résulte une condition atmosphérique que j'ai trouvée aussi pour ceux de 1883-1884 (2). En août 1831 (époque où les crépuscules rouges étaient le plus fréquents), *la pression barométrique était plus grande de* $1^{mm},6$ *aux jours avec crépuscules rouges que la moyenne mensuelle pour la même heure; la température* (*à l'heure du crépuscule*) *des jours avec crépuscules rouges était plus basse de* $0°,3$ *que la moyenne mensuelle pour la même heure;* en septembre, la différence des pressions moyennes, calculées comme auparavant, était presque nulle, mais la différence de températures allait à $0°,8$ dans le sens de la loi susdite; en octobre, où l'on n'observa que deux crépuscules rouges au commencement du mois, cette sorte de loi disparut.

» Ainsi, les phénomènes atmosphériques qui ont suivi l'éruption de l'île Ferdinandea sont tout à fait semblables à ceux qui ont suivi l'éruption du Krakatoa. Mais les cendres n'ont pas pris part à la production du soleil bleu et des crépuscules rouges de 1831; par conséquent, il est très probable que, de même, *les cendres du Krakatoa n'ont point contribué à la production des crépuscules rouges de* 1883-1884.

» Cette conclusion s'accorde avec le résultat négatif de mes recherches microscopiques de cendres du Krakatoa dans les sédiments atmosphériques

---

(1) Parmi ces savants, nous devons rappeler ici M. Constant Prévost à qui l'Académie doit un rapport des plus intéressants sur ces phénomènes. Voir *Mémoires de la Société géologique de France*, t. II, p. 91; 1835. (*Note de M.* H. F.).

(2) *Rendiconti della R. Acc. dei Lincei*, 2 agosto 1885.

que nous avons recueillis à l'observatoire de Palerme pendant et après les grands crépuscules rouges de 1883-1884 (¹).

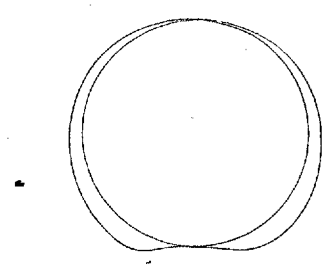
» La même conclusion est confirmée aussi par le fait que M. Verbeek, dans son Rapport, après une étude très complète des cendres du Krakatoa, renonce à l'opinion qu'en Europe on ait vraiment trouvé de ces cendres dans les résidus de la pluie ou de la neige. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur des halos extraordinaires vus à l'observatoire du parc Saint-Maur.* Note de M. E. RENOU, présentée par M. Mascart.

« L'Académie a bien voulu accueillir une Communication que je lui ai faite dans la séance du 31 mars 1884 sur des halos vus deux jours auparavant au parc Saint-Maur.

» Je viens de revoir un phénomène semblable, mais encore plus intéressant, parce qu'il offrait de plus des arcs colorés d'une extrême rareté.

» Le 3 mai dernier, dès 6^h du matin, des cirrhus venant du N. 35° W. laissaient voir le halo ordinaire de 22° et les parhélies qui lui appartiennent. Un peu plus tard apparut le halo circonscrit, sorte d'ellipse déformée dont on a assez souvent l'occasion de voir les fragments supé-



rieur et inférieur, mais qui se présente bien rarement complet. Vers 10^h le phénomène avait un éclat extraordinaire; bientôt apparut le cercle parhélique, blanc, complet, de 30′ de largeur verticale, comme le Soleil; les parhélies s'effacèrent, comme il arrive toujours, par les grandes hauteurs du Soleil : alors se montrèrent, à droite et à gauche du Soleil, en dessous, deux grands arcs presque droits, présentant, quoique un peu confuses, les couleurs de l'arc en ciel, avec le rouge en haut sur la convexité tournée vers le Soleil.

(¹) *Rendiconti della R. Acc. dei Lincei,* 1 marzo 1885.

» Cette apparition a persisté plusieurs heures par des hauteurs du Soleil de 55° à 57° (57° 25′ à midi).

» Ces arcs sont fort rares; c'est la première fois que j'ai l'occasion de les observer. Bravais, qui en a donné la théorie il y a quarante ans, les a nommés *arcs tangents infra-latéraux du halo de* 46°. Il était aisé de voir, en effet, que leur distance au Soleil était au moins double du rayon du halo de 22°.

» Le baromètre, à l'altitude de $49^m,30$, était à 9^h du matin à 768^{mm}; la température à 9°,4; elle a varié, dans la journée, de 1°,3 à 15°,7; il y avait de la gelée blanche le matin; le vent est resté tout le jour au nord-est faible; le ciel a été d'une grande pureté dans la soirée.

» Le même phénomène a été vu sur un grand nombre de points du centre de la France. Ce qui est remarquable, c'est qu'on n'a pas vu partout la même chose. A Boulogne-sur-Seine, à 19^{km} à l'ouest-nord-ouest du parc de Saint-Maur, M. Garnier n'a vu ni les parhélies, ni les arcs tangents infra-latéraux, mais il a observé l'anthélie, sur le cercle parhélique, à 180° du Soleil, et les arcs obliques de l'anthélie.

» A Vendôme, plusieurs observateurs ont vu les mêmes apparitions qu'au parc et à Boulogne, avec le grand halo de 46° en plus et les parhélies en moins.

» A Harfleur, près du Havre, d'après une lettre de l'abbé Maze, on a observé le halo de 22°, le cercle parhélique, les arc obliques de l'anthélie et les arcs tangents infra-latéraux.

» On doit s'étonner qu'on n'ait signalé nulle part l'arc circumzénithal de Bravais, à 46° au-dessus du Soleil, qui accompagne presque toujours les halos extraordinaires. Nous l'avons vu depuis, au parc de Saint-Maur, le 8 mai au matin, avec les deux parhélies. »

M. **Mascart**, à l'appui de la Communication précédente, ajoute que l'observation de ces halos a été faite dans un grand nombre de localités. L'une des descriptions les plus complètes est la suivante, due à M. *Eugène Vimont :*

« ..... A Argentan, depuis le lever du Soleil jusqu'à 7^h du matin, le ciel de l'Orient fut couvert de nuages blanchâtres, à filaments déliés, marchant avec une grande lenteur. Tout à coup, vers 7^h, on vit se dessiner un arc sombre, large de 4°, formant peu à peu un immense anneau de 45° de diamètre autour du Soleil, dont le contour extérieur présenta ensuite une

teinte rougeâtre, pour faire place définitivement aux principales couleurs de l'arc-en-ciel. Le rouge était à l'intérieur du halo, le bleu violet au dehors.

» Petit à petit, la portion de cercle comprise entre le halo et le Soleil prit une teinte *gris violet* des mieux prononcées, assez uniforme et contrastant, par son curieux aspect, avec le reste du ciel.

» Vers $8^h 30^m$, un anneau *elliptique* entoura en partie le halo circulaire. Les portions supérieure (nord) et inférieure (sud) des deux halos se confondaient sur une longueur de 25°. Le grand axe de l'ellipse était horizontal, passait par le Soleil et mesurait 50°; le petit axe passait également par le Soleil, mais ne comptait que 46°.

» Cet anneau n'a cessé d'être coloré de la même façon que le premier, dans le même ordre et avec des teintes notablement plus faibles.

» Les minces *croissants* compris entre les arcs circulaire et elliptique de l'est et de l'ouest possédaient des couleurs analogues à celles du cercle violacé, mais beaucoup plus pâles.

» A $8^h 40^m$, un *cercle parhélique* blanc passe sur le disque solaire, et son pôle coïncide toujours avec le zénith du lieu.

» Quelques minutes plus tard, est apparu un fragment de *cercle blanc, tangent* à la partie inférieure de l'arc commun (sud) des deux premiers anneaux. Cet arc blanc, dont la concavité était dirigée du côté de l'horizon, n'a été visible que pendant un intervalle assez court, et avec des bords un peu diffus.

» Vers 9^h, se montrent, près de l'horizon, au sud-est et au sud-ouest du Soleil, deux arcs à 45° du Soleil et à 22° du premier halo. Tous deux sont disposés symétriquement par rapport à une verticale menée par le centre du Soleil et ne comptent guère que 12° de longueur. Leur concavité est tournée vers la Terre et leur courbure est peu importante. Enfin, ils présentent les couleurs de l'arc-en-ciel, dans un ordre inverse de celui des deux premiers halos : le bleu violet est du côté de l'horizon, le rouge du côté du Soleil.... »

CHIMIE. — *Sur les produits de décomposition de l'acide hypophosphorique : Hydrate secondaire.* Note de M. A. Joly, présentée par M. Debray.

« Le seul hydrate secondaire de l'acide hypophosphorique que j'aie réussi à préparer est celui que j'ai antérieurement décrit (*Comptes rendus*,

t. CI, p. 1058; t. CII, p. 110) et dont la composition est représentée par la formule $PhO^6H^2 + H^2O^2$.

» Les cristaux de cet hydrate, portés brusquement à une température un peu supérieure au point de fusion (62° environ), se liquéfient rapidement; par refroidissement le liquide se solidifie et la masse entière cristallise; elle ne présente alors aucune trace de décomposition.

» Mais si l'on maintient l'hydrate hypophosphorique un peu au-dessus de 62°, en laissant le tube qui le renferme immergé dans un bain d'eau à température constante, la température de l'acide fondu s'élève peu à peu de quelques degrés au-dessus de la température du milieu ambiant, indiquant que l'acide liquéfié est le siège d'une décomposition graduelle exothermique. Le liquide ne cristallise plus entièrement par le refroidissement, et la partie restée liquide donne avec le nitrate d'argent la réaction de l'acide phosphoreux. Ce dédoublement est beaucoup plus lent que celui que j'ai signalé pour l'hydrate normal (*Comptes rendus*, t. CII, p. 760) et, en raison même de la composition de l'hydrate secondaire, il ne peut exister aucun doute sur les produits de la transformation : acide orthophosphorique et acide phosphoreux. Ce sont d'ailleurs les mêmes produits qui prennent naissance au sein des dissolutions plus ou moins concentrées, lorsqu'on les chauffe, surtout en présence des acides minéraux, et que M. Salzer a d'ailleurs très nettement caractérisés.

» Lorsqu'on élève la température de l'hydrate fondu, on observe qu'il perd de l'eau à une température un peu supérieure à 100°, puis laisse dégager vers 180° de l'hydrogène phosphoré non spontanément inflammable. Tout se passe comme si l'on soumettait de l'acide phosphoreux à l'action de la chaleur.

» A la température ordinaire, les cristaux de l'hydrate secondaire, pour peu qu'ils soient légèrement imprégnés d'eau mère et bien que conservés en tube fermé, subissent une décomposition graduelle et très lente en acide phosphoreux, acide orthophosphorique et eau. Comme il est bien difficile d'éliminer toute trace de liquide interposé entre les feuillets des cristaux parfois très volumineux, cette petite quantité de liquide devient le point de départ de la transformation et peu à peu les cristaux se liquéfient. On ne peut les conserver, d'ailleurs, dans le vide sec, puisqu'ils se déshydratent et se transforment peu à peu, à l'état solide, en hydrate normal. J'ajouterai qu'on ne réussit bien à transformer l'hydrate secondaire en hydrate normal qu'en maintenant le premier dans le vide sec sur une plaque poreuse qui, absorbant les traces du liquide interposé entre les cristaux, maintient ceux-ci

à un état de siccité complet et, par conséquent, hors de tout contact des produits liquides de sa décomposition.

» Le résultat serait plus complexe si l'on ne prenait cette précaution. Lorsqu'on maintient, en effet, les cristaux de l'hydrate normal au contact d'une petite quantité de leur eau-mère dans le vide sec, on voit peu à peu les grands cristaux se dévitrifier et le liquide augmenter. Celui-ci renferme bientôt des quantités notables d'acide phosphoreux. Au bout de quelques jours, il ne reste plus au fond du vase qu'une poussière cristalline qui, lentement, disparaît à son tour. A ce moment, la composition du liquide est celle d'un acide à $3^{éq}$ d'eau et il est formé entièrement d'acide phosphorique et d'acide phosphoreux.

» Dès les premières préparations que j'ai faites de l'acide hypophosphorique, mon attention a été appelée sur ce dépôt cristallin, qui se formait toujours lorsque je cherchais à concentrer les dernières eaux mères. Des matières recueillies dans deux opérations différentes et analysées au moment où les grands cristaux avaient disparu contenaient 69,4-70,2 pour 100 d'acide supposé anhydre, et ces nombres conduisaient à admettre l'existence d'un hydrate $PhO^6H^2 + HO$ (PhO^4 calculé : 70,0 pour 100). Cependant la forme cristalline de la substance était indistincte et la petite quantité de matière que j'avais à ma disposition ne me permettait pas de décider si j'avais affaire à un hydrate distinct ou à un mélange d'acide quadrihydraté non encore transformé et d'hydrate normal.

» En maintenant, dans chaque expérience, 25^{gr} à 30^{gr} de grands cristaux de l'hydrate $PhO^6H^2 + H^2O^2$ au-dessous d'une couche d'eau-mère de faible épaisseur, dans le vide sec, et suivant de jour en jour la composition des cristaux et du liquide, j'ai pu me convaincre que la composition de la matière solide était variable et tendait vers celle de l'hydrate normal, tandis que la composition du liquide se rapprochait de celle d'un mélange d'acide orthophosphorique et d'acide phosphoreux ($PhO^8H^3 + PhO^6H^3$). Examinée au microscope, la matière solide se montre formée de débris cristallins et de petites tables rectangulaires de l'hydrate primitif, le tout agissant sur la lumière polarisée.

» Au sein d'un mélange liquide des acides phosphorique et phosphoreux qui agissent vis-à-vis de lui comme déshydratant, dans le vide sec, les cristaux de l'hydrate hypophosphorique se transforment donc en hydrate normal, et l'existence d'un hydrate intermédiaire ne serait que transitoire. Je rappellerai, d'ailleurs, que l'hydrate $PhO^6H^2 + H^2O^2$ s'effleurit dans le vide sec, et que la perte d'eau, sensiblement proportionnelle au temps,

cesse brusquement lorsque la composition de la matière est celle de l'hydrate normal.

» J'avais sommairement indiqué la transformation que subit l'hydrate secondaire en présence des produits de sa décomposition, il y a quatre mois (*Comptes rendus*, t. CII, p. 110), et je n'aurais pas repris cette étude, si M. Sänger n'avait signalé depuis un hydrate $PhO^6H^2 + HO$ (*Liebig's Annalen*, t. CCXXXII, février 1886), le seul d'ailleurs qu'il ait obtenu en essayant de faire cristalliser l'acide hypophosphorique. Des petits cristaux, d'apparence cubique, s'étaient formés au sein d'un liquide sirupeux légèrement coloré en brun et en grande partie déjà dédoublé. Bien que leur poids ne s'élevât qu'à $0^{gr},241$ et qu'il en eût réservé une partie pour en faire l'étude physique, M. Sänger a cru pouvoir conclure d'une seule analyse (PhO^4 : 68,5 pour 100; calculé : 70,0) qu'ils constituaient l'hydrate $PhO^6H^2 + HO$. Les circonstances dans lesquelles ces cristaux se sont déposés sont identiques à celles que j'ai décrites ci-dessus.

» Les cristaux étudiés par M. Sänger sont vraisemblablement des cristaux de l'hydrate $PhO^6H^2 + H^2O^2$ qui ont subi une déshydratation partielle dans les opérations qu'on leur a fait subir pour les débarrasser de leur eau mère, ou bien encore un mélange de l'hydrate secondaire et de l'hydrate normal analogue à ceux que j'ai rencontrés constamment lorsque la cristallisation s'effectuait en présence d'une quantité un peu notable d'acide phosphorique et d'acide phosphoreux.

» Mais, si l'on évite, dans la préparation de l'acide hypophosphorique, toute élévation de température, la dissolution évaporée *rapidement* (1) dans le vide sec cristallise dès que sa composition est voisine de $PhO^6H^2 + 2H^2O^2$ ($D = 1,49$ environ), et la composition des cristaux est toujours celle de l'hydrate secondaire $PhO^6H^2 + H^2O^2$. »

CHIMIE. — *Sur les composés définis de l'acide chlorhydrique avec le chlorure de zinc*. Note de M. **R. Engel**, présentée par M. Friedel.

« Les expériences que je poursuis sur les lois de la solution des sels en présence d'autres sels ou d'acides m'ont amené à considérer comme très

---

(1) Il est facile d'obtenir immédiatement, en faisant réagir l'acide sulfurique sur l'hypophosphate barytique, une liqueur renfermant 20 pour 100 d'acide anhydre PhO^4; au bout de trois ou quatre jours, elle sera suffisamment concentrée pour cristalliser.

probable l'existence d'un ou de plusieurs chlorhydrates de chlorure de zinc, stables à la température ordinaire.

» Les faits ont confirmé cette vue théorique.

» Je rappellerai tout d'abord qu'on connaît depuis longtemps des chlorhydrates de chlorure d'or, de platine et de mercuricum. Ces derniers sels ont été récemment l'objet d'une nouvelle étude par M. Ditte. Enfin, M. Berthelot a découvert le chlorhydrate de chlorure de cadmium.

» Pour préparer le chlorhydrate de chlorure de zinc, il suffit de faire passer un courant d'acide chlorhydrique sec, à la température ordinaire, dans une solution de chlorure de zinc, en ajoutant de temps à autre quelques fragments de zinc métallique. Il faut avoir soin d'éviter une trop grande élévation de température. Lorsque la densité du liquide, vers 25° environ, approche de 2, on ne tarde pas à voir se former autour du tube qui amène l'acide chlorhydrique des cristaux qui, le plus souvent, obstruent le tube. Dans une des expériences faites, le liquide avait à ce moment la composition :

	Pour 100.
HCl	10,3
$ZnCl^2$	66,3
H^2O	23,4 (par diff.).

» On filtre sur un peu de soie de verre et à l'abri de l'humidité pour séparer les matières insolubles résultant de l'action de l'acide chlorhydrique sur le zinc. Par le refroidissement de la liqueur à 0°, on obtient une abondante cristallisation. Les cristaux sont des rhomboèdres. Recueillis sur une plaque de porcelaine dégourdie et séchés sous une cloche en présence d'anhydride phosphorique, ils répondent à la formule

$$2(ZnCl^2) + 2(H^2O) + HCl.$$

	Analyses.		
	I.	II.	Calculé.
HCl	10,29	10,31	10,56
$ZnCl^2$	77,6	77,7	79
H^2O (p. diff.).	11,1	14,9	10,4

» La quantité d'eau trouvée est un peu plus forte que ne l'indique la théorie. Mais la faible différence observée s'explique aisément par l'extrême déliquescence du composé. Il suffit, en effet, de le transvaser, même le plus rapidement possible, pour observer de l'humidité à la surface de certains cristaux.

» Ce corps n'est pas le seul qui résulte de l'action de l'acide chlorhy-

drique sur le chlorure de zinc. Le liquide d'où se sont déposés les cristaux absorbe, en effet, une nouvelle quantité d'acide chlorhydrique, quoiqu'il se soit enrichi en acide par le seul fait du dépôt des cristaux. Le plus ordinairement, l'absorption est bientôt arrêtée par une nouvelle formation de cristaux identiques aux précédents, et l'on n'arrive à la saturation du liquide en acide chlorhydrique qu'après avoir éliminé plusieurs fois les cristaux du composé $2ZnCl^2 + 2H^2O + HCl$.

» Le liquide saturé d'acide chlorhydrique avait dans une expérience la composition suivante :

	Pour 100.
HCl	19,4
$ZnCl^2$	55,8
H^2O	24,7

» Ce liquide, refroidi à 0°, a donné des aiguilles ayant plusieurs centimètres de longueur. Ces cristaux, tout à fait différents des précédents, s'altèrent rapidement lorsqu'on les isole du liquide au sein duquel ils ont pris naissance. Leur analyse présente donc des difficultés très grandes.

» Je leur assigne la formule

$$ZnCl^2 + 2H^2O + HCl.$$

Cette formule est basée sur les analyses et les faits qui suivent.

» 1° Des cristaux rapidement égouttés, c'est-à-dire encore imprégnés d'eaux-mères, ont donné à l'analyse :

	Pour 100.	$ZnCl^2 + 2H^2O + HCl$.
HCl	16,9	17,4
$ZnCl^2$	61,9	65,2
H^2O	22	17,2

» 2° Cette analyse serait évidemment insuffisante pour fixer la composition du corps. En conséquence, j'ai analysé les eaux mères d'où s'étaient déposés les cristaux. J'ai trouvé dans deux opérations différentes les résultats ci-dessous :

			Moyenne.
HCl	20,0	19,9	19,95
$ZnCl^2$	54,1	54,7	54,4
H^2O	25,8	25,2	25,5

» Si l'on compare la composition du liquide avant et après le dépôt des cristaux, on voit que 25,5 d'eau tenaient en dissolution 20,0 d'acide chlorhydrique avant le dépôt des cristaux et 19,95 après ce dépôt, soit sensiblement la même quantité. Donc, ou bien il s'est déposé du chlorure de zinc

anhydre, ce qui est inadmissible étant données l'analyse et les propriétés des cristaux obtenus, ou bien les cristaux ont fixé sensiblement autant d'eau que d'acide chlorhydrique, soit 36,5 d'acide chlorhydrique = 1^{mol} et 36 d'eau = 2^{mol}.

» 3° Ce corps, abandonné à lui-même dans une atmosphère sèche, perd peu à peu de l'acide chlorhydrique et laisse finalement le produit précédent

$$2ZnCl^2 + 2H^2O + HCl.$$

» Ce dernier produit, dont j'ai décrit la préparation au début de cette Note, est stable à la température et à la pression ordinaires. Il se conserve très bien dans des flacons bien bouchés; mais il se décompose dans le vide sec et sous l'influence de la chaleur, et sa décomposition est digne d'attention. Dans le vide sec, il perd de l'acide chlorhydrique et de l'eau, et la composition du produit se rapproche peu à peu de celle du chlorure de zinc anhydre.

» A 100°, il perd de l'acide chlorhydrique, mais ne laisse pas, comme on pouvait s'y attendre, un *deliquium* de chlorure de zinc et d'eau ou bien un hydrate défini : $ZnCl^2 + H^2O$. Les produits de la décomposition sont de l'acide chlorhydrique qui s'échappe et un liquide qui tient en suspension un solide. Même après le refroidissement et après plusieurs jours, le liquide et le solide restent parfaitement séparés. Le solide est du *chlorure de zinc anhydre*. En effet, ce corps, recueilli sur de la porcelaine dégourdie et mis sous une cloche en présence d'anhydride phosphorique, a donné à l'analyse les résultats suivants :

	Matière analysée.	$ZnCl^2$ trouvé.
Première analyse	1,469	1,467
Seconde analyse	1,997	1,996

» Quant au liquide, il retient encore un peu d'acide chlorhydrique et avait, dans une des expériences, la composition suivante :

	Pour 100.
HCl	4,9
$ZnCl^2$	76,6
H^2O	18,4

» Du chlorure de zinc anhydre peut donc exister en présence d'une solution aqueuse de chlorure de zinc.

» Ce fait curieux m'a conduit à étudier l'action de l'eau sur le chlorure de zinc. J'ai obtenu des hydrates définis de ce sel. Je me propose de décrire ces composés dans une prochaine Communication. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les combinaisons de la quinone avec les phénols benzéniques*. Note de MM. **Ph. de Clermont** et **P. Chautard**, présentée par M. Friedel.

« I. *Phénoquinone*. — Nous avons étudié l'action des chlorures d'acides sur ce corps. Si l'on met en présence la phénoquinone et un grand excès de chlorure d'acétyle, il se fait un abondant dégagement d'acide chlorhydrique, le mélange s'échauffe beaucoup et se décolore complètement. Après avoir chassé l'excès de chlorure d'acétyle, on soumet le produit à la distillation. Une partie passe à 190° : c'est de l'acétate de phényle $C^2H^3O\text{-}O\text{-}C^6H^5$; le résidu abandonné dans le vide sur de la chaux sodée se prend, au bout d'un temps assez long, en une masse cristalline qui, purifiée convenablement, a donné à l'analyse les nombres suivants, qui correspondent à la composition de l'hydroquinone monochlorée-monoacétylée :

	Trouvé		Calculé pour
	I.	II.	$C^8H^7ClO^3$.
C	51,20	51,7	51,47
H	4,20	4,09	3,75

» L'hydroquinone monochlorée-monoacétylée

$$C^6H^3Cl(OH)(OC^2H^3O)$$

cristallise tantôt en houppes soyeuses, tantôt en prismes rectangulaires très beaux, de plusieurs millimètres, parfaitement transparents ; elle fond à 62°.

» Le bromure d'acétyle et le chlorure de benzoyle donnent dans les mêmes conditions des combinaisons analogues.

» II. *Combinaisons de la quinone avec les phénols diatomiques*. — La quinhydrone et la résoquinone sont déjà connues ; nous avons préparé la troisième combinaison isomérique en partant de la pyrocatéchine. On l'obtient avec la plus grande facilité en mélangeant, à molécules égales, la pyrocatéchine et la quinone en solutions éthérées saturées. Après vingt-quatre heures, il se dépose des cristaux qui, analysés, ont fourni les résultats suivants :

	Trouvé		Calculé pour
	I.	II.	$C^{12}H^{10}O^4$.
C	65,95	66,12	66,05
H	5,00	5,19	4,59

» La *pyrocatéchine-quinone* $C^6H^4(OH)O-O-C^6H^4(OH)$ est en belles aiguilles mordorées, d'un vert foncé, qui fondent vers 153° et se subliment à une température plus élevée, en se décomposant.

» Les bases et les acides l'altèrent avec la plus grande facilité. Un courant d'anhydride sulfureux la transforme en un mélange de pyrocatéchine et d'hydroquinone.

» Les trois combinaisons isomériques de la quinone avec les dioxybenzols sont très facilement décomposées par les chlorures alcooliques en dérivés éthérés de l'hydroquinone et du phénol qui préexiste dans la combinaison.

» III. *Combinaisons de la quinone avec les phénols triatomiques. Pyrogalloquinone.* — Ce corps a été obtenu par M. Wichelhaus, qui en a fait un des termes de la série suivante :

Phénoquinone.................	$C^{18}H^{14}O^4$
Quinhydrone..................	$C^{18}H^{14}O^6$
Pyrogalloquinone.............	$C^{18}H^{14}O^8$
Purpurogalline...............	$C^{18}H^{14}O^9$

» Nous avons préparé la pyrogalloquinone d'après les indications de M. Wichelhaus, par l'action directe de l'acide pyrogallique sur la quinone, nous l'avons comparée à la purpurogalline obtenue par oxydation du pyrogallol, et nous avons constaté que les deux corps sont identiques et constituent un seul et même produit d'oxydation de l'acide pyrogallique. Les analyses suivantes en sont la preuve; les nos 1 et 2 sont relatifs à la pyrogalloquinone préparée directement, les nos 3 et 4 à la purpurogalline obtenue par l'oxydation du pyrogallol au contact de l'air, en présence de la gomme arabique :

	Trouvé.				Calculé pour $C^{20}H^{16}O^9$.
	I.	II.	III.	IV.	
C..................	59,9	59,8	59,8	59,84	60
H..................	4,63	4,4	4,11	4,20	4
O..................	»	»	»	»	36

» Les deux produits nous ont présenté les mêmes réactions et nous ont fourni le même dérivé tétracétylé.

» On devra donc abandonner la dénomination de *purpurogalline* et retenir celle de *pyrogalloquinone* qui a l'avantage de rappeler le mode de préparation de ce composé.

» De plus, l'identité de l'action de la quinone et de celles des oxydants

sur le pyrogallol nous conduit à admettre que le premier terme de l'oxydation de ce corps est sa transformation en quinone.

» Les résultats de ses analyses ont amené M. Wichelhaus à attribuer à la pyrogalloquinone la formule $C^{18}H^{14}O^{8}$ et à la différencier de la purpurogalline. Cela tient évidemment à ce que ce savant n'a pas eu entre les mains une substance assez pure.

» D'ailleurs, la formule $C^{18}H^{14}O^{8}$, qui représente l'addition de 2^{mol} de pyrogallol et de 1^{mol} de quinone moins 2^{at} d'hydrogène, était de toute manière inadmissible, d'abord parce qu'il n'y a jamais dégagement d'hydrogène dans la réaction, et en second lieu parce qu'elle ne tient pas compte de ce fait remarquable qu'il y a départ de charbon. Si, en effet, on mélange à l'abri de l'air, sur la cuve à mercure, deux solutions de pyrogallol et de quinone, on obtient en peu de temps un abondant dégagement d'acide carbonique (plus de 200^{cc} avec quelques grammes de matière).

» Enfin, la pyrogalloquinone et l'acide carbonique ne sont pas les seuls produits de la réaction; d'autres corps prennent naissance, que nous n'avons pas encore pu isoler.

» La pyrogalloquinone se différencie absolument des combinaisons de la quinone avec les autres phénols, tant par ses propriétés physiques que par ses réactions; les chlorures alcooliques, qui décomposent avec tant de facilité les phénoquinones, sont sans action sur elle, et, d'une manière générale, elle est infiniment plus stable que ces corps.

» Comme ses propriétés physiques sont bien celles d'un corps quinonique, et que, d'autre part, ses produits de substitution prouvent qu'elle renferme quatre oxhydryles, nous proposons la formule de constitution suivante, qui tient compte de cette double observation :

$$C^{10}H^{6}(OH)^{2}-O^{2}-O-O^{2}C^{10}H^{6}(OH^{2}).$$

» *Phloroquinone*. — Si l'on met en présence 2^{mol} de phloroglucine et 1^{mol} de quinone en solutions éthérées, leur combinaison se fait à froid et l'on obtient très aisément un beau produit bien cristallisé qui, purifié et analysé, a donné les nombres suivants :

	Trouvé I.	Trouvé II.	Calculé pour $C^{18}H^{14}O^{6}$.
C	66,13	66,07	66,25
H	4,97	5,11	4,29

» La phloroquinone $C^{6}H^{4}O^{2}-2[C^{6}H^{3}(OH)-O]$ correspond à

$$\{2[C^{6}H^{3}(OH)^{3}]+C^{6}H^{4}O^{2}\}-2H^{2}O.$$

Elle est en belles tables rectangulaires rouges par transparence, vertes et mordorées par transmission; elle ne se laisse pas sublimer sans décomposition, les acides et les bases la décomposent; un courant de gaz sulfureux la transforme en hydroquinone et phloroglucine.

» Contrairement à ce qui se passe pour le pyrogallol, la combinaison de phloroglucine et de quinone s'effectue sans dégagement gazeux d'aucune sorte, et la phloroquinone est de tous points assimilable aux autres phénoquinones. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Attaque des hydrocarbures par le perchlorure de phosphore*. Note de MM. **Alb. Colson** et **H. Gautier**, présentée par M. Cahours.

« Nous avons établi qu'à l'aide du perchlorure de phosphore il est possible de substituer le chlore à l'hydrogène dans les carbures aromatiques. Les groupements latéraux sont attaqués avant le noyau benzinique dans le toluène, le paraxylène et l'orthoxylène, tandis que, pour les dérivés méta (mésitylène, métaxylène), la substitution peut porter en même temps sur l'hydrogène du noyau.

» Nous allons généraliser ces conclusions en montrant que le perchlorure de phosphore attaque les groupes latéraux du durol avant d'entamer le noyau aromatique; enfin nous prouverons que ce mode de chloruration s'applique aussi à la série grasse.

» *Chlorures duroliques*. — 5^{gr} de durol sont chauffés en tubes scellés pendant quatre à cinq heures à 185°-195°, avec 32^{gr} de perchlorure. Après l'attaque, on obtient un liquide noir; on chasse le protochlorure de phosphore formé dans la réaction et l'on distille le résidu sous une pression réduite de 1 centimètre de mercure. La presque totalité de la matière passe entre 200° et 220°, et se prend en cristaux. Ceux-ci, essorés et comprimés, fondent entre 110°-130°. Après lavages à l'éther de pétrole, puis à l'éther ordinaire, on obtient finalement une petite quantité de cristaux blancs, fusibles entre 133° et 137°, qui paraissent être le tétrachlorure symétrique (1, 2, 4, 5) $C^6H^2(CH^2Cl)^4$. En effet, ce corps renferme 52,5 pour 100 de chlore (théorie: 52, 2). En outre, chauffé avec 150 fois son poids d'eau pendant trois heures à 175°, il perd tout son chlore à l'état d'acide chlorhydrique et n'engendre point d'acide organique. Le chlore se trouve donc entièrement dans les chaînes latérales; il ne forme pas de groupement aldéhydique $CHCl^2$

qui, par l'eau à 175°, se dédoublerait vraisemblablement en alcool et en acide, à la façon de l'aldéhyde benzoïque.

» A 175°, la matière organique est transformée en une résine insoluble, ainsi qu'il arrive avec les chlorures xyléniques et mésityléniques.

» Le pétrole de lavage, soumis à l'évaporation, dépose un liquide visqueux dont la composition est intermédiaire entre celle d'un tétrachlorure et celle d'un trichlorure (Cl pour 100 : 47,5). Sous l'action de l'eau bouillante le corps visqueux abandonne le chlore qu'il contient à l'état d'acide chlorhydrique et cède à l'eau une huile épaisse, amère, peu soluble dans l'éther, soluble dans l'eau et l'alcool : ces propriétés rappellent celles de la glycérine mésitylénique; il semble alors probable que cette huile amère est constituée en majeure partie par la glycérine durolique, homologue supérieure de la mésicérine.

» Les considérations précédentes montrent que l'attaque du durol par le perchlorure de phosphore donne bien naissance aux éthers chlorhydriques $C^6H^2\left\{\begin{matrix}CH^3\\(CH^2Cl)^3\end{matrix}\right.$ et $C^6H^2(CH^2Cl)^4$. Elles nous autorisent à conclure que le perchlorure de phosphore attaque uniformément les chaînes latérales des méthylbenzines et commence généralement à transformer ces carbures en éthers chlorhydriques.

» *Action du perchlorure de phosphore sur les carbures gras.* — Les résultats que nous venons d'exposer permettent d'affirmer que le perchlorure attaquera les carbures gras, mais on peut se demander si la distribution du chlore se fera encore symétriquement dans la molécule saturée.

» Pour résoudre cette question, nous avons chauffé à 190°, pendant dix heures, du chlorure d'éthylène avec la quantité de perchlorure nécessaire à sa transformation en tétrachlorure $C^2H^2Cl^4$. Le contenu des tubes est resté incolore. Nous avons chassé le protochlorure de phosphore, ajouté de l'eau à la portion fixe, séché et distillé deux fois en nous servant de l'appareil Le Bel et Henninger. Après deux rectifications, nous avons recueilli une portion passant de 121° à 133° et une autre passant de 133° à 146°. La première contient surtout du trichlorure (Cl pour 100 : 79,9; théorie : $C^2H^3Cl^3$, 80,6). La deuxième portion, qui est la plus abondante, renferme principalement du tétrachlorure (Cl pour 100 : 86,01; théorie : 88,0).

» Or le point d'ébullition de ce tétrachlorure ne peut qu'être abaissé par la présence d'une certaine quantité de trichlorure. Le tétrachlorure formé dans cette expérience passerait donc vers le point d'ébullition du té-

trachlorure symétrique $CHCl^2, CHCl^2$. Le point d'ébullition du tétrachlorure CH^2Cl, CCl^3 et celui du trichlorure sont, au contraire, voisins de 123°. Donc, dans la série grasse, le perchlorure donne encore lieu à des substitutions symétriques.

» Terminons par une remarque. Le composé $C^2H^2Cl^4$ résiste complètement à l'action de l'eau bouillante prolongée pendant huit heures. Il n'en est plus de même si l'on opère à 175°, ou si l'on ajoute à l'eau un peu de carbonate de soude. Dans ce dernier cas, le liquide se trouble.

» En résumé, le perchlorure de phosphore, dont M. Cahours a introduit l'usage en Chimie, permet de préparer les composés chlorés symétriques dans la série grasse et la série aromatique, à l'exclusion des isomères qui les accompagnent toujours dans les autres modes de préparation [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la rancissure du beurre.* Note de M. **E. Duclaux**, présentée par M. Pasteur.

« Des nombres contenus dans ma dernière Note on peut déduire la composition immédiate des beurres étudiés. Ainsi le premier de la liste présentait la constitution suivante :

Oléine, margarine, stéarine.........	93,0	pour 100
Butyrine.........................	4,4	»
Caproïne.........................	2,5	»
Capryline et caprine...............	0,1	»

» Dans quelles proportions et comment ces matériaux divers sont-ils atteints quand un beurre rancit? M. Chevreul a, depuis longtemps, signalé la présence d'un peu d'acide butyrique libre dans le beurre le plus frais. Il y en a davantage, au su de tout le monde, dans un beurre devenu rance. D'où provient cet acide butyrique nouvellement formé?

» On l'attribue d'ordinaire à une fermentation butyrique résultant de l'action mutuelle des ferments et des matières azotées, dont aucun lavage ne réussit à débarrasser complètement le beurre; mais, sur des beurres très vieux, dont quelques-uns avaient fait le voyage du Brésil, j'ai retrouvé la matière azotée avec ses caractères initiaux de caséine authentique. Le liquide de suintement de ces beurres ne présentait pas de microbes, à cause du sel dont il était saturé, et pourtant la proportion d'acides libres

[1] Ce travail a été fait au laboratoire de M. Gal, à l'École Polytechnique.

était devenue dix et vingt fois ce qu'elle était à l'origine. De $0^{gr},005$ à $0^{gr},010$ par kilogramme, dose sous laquelle elle est inappréciable et peut être agréable au goût et à l'odorat, elle avait passé à 1^{gr} et même $1^{gr},5$ par kilogramme. Or, quand elle atteint $0^{gr},02$ à $0^{gr},03$, elle commence déjà à être désagréable.

» La rancissure du beurre n'est donc pas une affaire de microbes : c'est un phénomène inévitable, une décomposition spontanée des glycérides du beurre, analogue à celle qu'ont mise en lumière et étudiée les travaux de M. Berthelot sur les éthers alcooliques et autres. L'eau la favorise; l'acidité du beurre l'accélère plus que l'alcalinité; le sel, le borax la retardent plus ou moins. Tous les éthers du beurre ne la subissent pas également. Le moins stable est la butyrine, puis vient la caproïne, puis les glycérides à acides fixes. On voit que cet ordre donne malheureusement le pas à la formation de l'acide le plus désagréablement odorant.

» Toutefois, ce phénomène de décomposition spontanée et inégale des divers éthers du beurre est un phénomène lent, et, s'il paraît marcher quelquefois si vite, c'est parce qu'il se complique de trois influences que j'avais éliminées dans les expériences qui précèdent, celle des microbes et celles de l'air et de la lumière.

» Ces deux dernières peuvent être étudiées ensemble, car l'action du soleil ne fait qu'exagérer l'action de l'air à la lumière diffuse. Cette action se résume en une oxydation. L'oxygène est absorbé, d'abord sans production correspondante d'acide carbonique; puis ce gaz apparaît, et sa proportion augmente avec le temps, mais sans jamais atteindre le volume d'oxygène disparu. La formule de l'oxydation est donc variable, et il se forme des produits divers, dont le plus important est l'acide formique.

» Des changements de saveur accompagnent naturellement ces transformations chimiques. Si faible que soit l'oxydation, elle s'attaque d'abord aux matières sapides et odorantes qui donnent au beurre sa délicatesse et son parfum. De là sont venues quelques-unes des pratiques usuelles, si singulières au premier abord, de la fabrication du beurre, celle de ne baratter que de la crème un peu fermentée et aigrie, d'où l'oxygène a disparu pour faire place à de l'acide carbonique; celle de ne pas trop laver le beurre, celle de le laver avec du lait plutôt qu'avec de l'eau, etc. L'emploi d'eau chargée d'acide carbonique rendrait certainement des services dans cette industrie.

» Quand l'action d'oxydation est poussée plus loin, apparaît un goût de suif de plus en plus prononcé. Au soleil l'action est tellement rapide

qu'après moins d'une heure d'exposition ce goût suiffeux est déjà très nettement accusé.

» A cette action de l'air et de la lumière vient d'ordinaire se superposer l'action des microbes, et surtout des végétations cryptogamiques qui feutrent quelquefois la masse de beurre de leurs mycéliums lâches et à peine visibles. Cela suffit pourtant pour accélérer la saponification, qui commence, encore dans ce cas, plus activement sur la butyrine et les glycérides à acides volatils que sur les matières grasses proprement dites.

» Les matières azotées sont naturellement attaquées en même temps par les mucédinées ou les microbes. Si elles étaient, à l'origine, en faible quantité, comme elles le sont dans les beurres bien préparés, la masse devient acide, répand une odeur butyrique. Cette acidité accélère à son tour la saponification, et l'action ne se modère que parce que l'acide butyrique produit atteint bientôt un niveau auquel il est désagréable ou même mortel à la plante. Il ne se forme dès lors qu'en quantités égales à celles qui sont brûlées ou disparaissent par évaporation. Le beurre attaqué reste blanc ou ne se colore que sur le parcours des tubes mycéliens. Quand, au contraire, il y a beaucoup de matière organique présente, comme dans les beurres mal lavés ou encore dans les fromages, la masse devient alcaline et la matière grasse noircit, parce qu'elle se transforme peu à peu en une résine noire intégralement soluble dans l'alcool et dans les dissolutions alcalines. C'est ce qui explique la teinte grisâtre ou noire des fromages vieux. Cette résine se forme aussi au soleil, en présence des alcalis. Elle résulte d'un effet d'oxydation et est une des formes de transition par lesquelles la matière grasse des êtres vivants retourne à l'état d'eau et d'acide carbonique. Les microbes n'ont d'autre rôle dans sa formation que de lui procurer le milieu alcalin qui lui est nécessaire. Mais les détails de cette étude ne sauraient être convenablement placés ici; je les réserve pour une Communication prochaine. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *L'acide sozolique ou acide orthoxyphénylsulfureux*. Note de M. **Serrant**.

« Dans les précédentes Notes que j'ai présentées à l'Académie sur l'*acide orthoxyphénylsulfureux* et ses propriétés spéciales comme antiseptique, antiputride et antifermentescible, j'avais désigné ce produit sous une dénomination plus commode, celle d'*aseptol*. Mais cette désinence en *ol*

semblerait indiquer qu'il s'agit d'un phénol alors qu'il s'agit d'un acide parfaitement déterminé et bien caractérisé. J'ai donc préféré le dénommer *acide sozolique* (de σώζω, je garde, conserve, préserve); et c'est sous cette désignation que j'ai continué et publierai l'étude de ce produit.

» L'acide sozolique (ou *acide orthoxyphénylsulfureux*), outre qu'il est soluble en toute proportion dans l'eau, ce qui n'est pas le cas pour l'acide phénique, se combine parfaitement aux bases et forme des sels bien définis. C'est un véritable acide, et il en a toutes les fonctions. Son acidité et sa grande solubilité, qui lui permettent de saturer les bases ammoniacales faisant partie des ferments, expliquent son action antiseptique. Mais à cette considération il faut ajouter que l'antisepticité d'un corps (dans cette série aromatique qui renferme actuellement les meilleurs agents antiseptiques) semble dépendre de l'anhydride qui peut se former; et précisément cette formation d'anhydride n'a lieu qu'avec les modifications *ortho*. C'est ainsi que l'acide *ortho-oxybenzoïque* ou *acide salicylique* est antiseptique, tandis que l'acide *para-oxybenzoïque* ne l'est pas.

» Et, de même, l'acide *orthoxyphénylsulfureux* ou *acide sozolique* est un antiseptique énergique, tandis que l'acide *para* n'a pas cette propriété.

» L'acide sozolique surpasse l'acide salicylique et l'acide phénique, comme pouvoir antiseptique.

» La formule de l'acide sozolique $C^6H^4OH^{(1)}SO^2OH^{(2)}$, où l'élément radical sulfuryle SO^2 remplace le radical carbonyle CO de l'acide salicylique (dont la formule est $C^6H^4OH^{(1)}COOH^{(2)}$), montre l'analogie de ces deux corps, et l'énergie chimique plus grande pour l'acide sozolique.

» Les acides *ortho*-sulfo-conjugués (acide sozolique) et les acides *ortho*-carbonylés (acide salicylique) ne décèlent pas leurs fonctions phénoliques aux réactifs colorés, tandis que les acides *para* de même formule ou isomères se comportent vis-à-vis de ces réactifs comme des acides bibasiques, décelant leurs fonctions phénoliques et leurs fonctions sulfureuses ou carboniques.

» Au point de vue des effets physiologiques, il y a encore cette différence entre l'acide salicylique et l'acide sozolique : si on les prend à l'intérieur, le premier étant presque insoluble, produit des accidents par accumulation, tandis que l'acide sozolique, parfaitement soluble, ne donne lieu à aucun inconvénient, en raison de son élimination rapide et complète.

» Quant à la différence d'action chimique entre l'acide sozolique et l'acide phénique, on peut la démontrer au moyen d'une expérience très simple : ainsi, un flacon étant rempli de gaz ammoniac, on voit le papier

de tournesol rougi bleuir aussitôt si on l'introduit dans le flacon, et ce flacon dégage une forte odeur d'ammoniaque. Si l'on y met alors de l'acide phénique, cette odeur d'ammoniaque disparaît entièrement; mais le papier de tournesol rougi bleuira encore si on l'introduit dans le flacon, ce qui montre évidemment que l'acide phénique a enlevé ou masqué l'odeur seule de l'ammoniaque, mais que cette ammoniaque existe toujours. Au lieu d'acide phénique, si l'on introduit dans le flacon de l'acide sozolique, l'odeur ammoniacale disparaît aussitôt comme dans l'expérience précédente; mais en même temps l'ammoniaque disparaît aussi complètement dans une combinaison avec l'acide sozolique, car la réaction au papier rougi de tournesol n'en indique plus aucune trace.

» On peut voir clairement ici cette différence d'action, entre l'acide phénique et l'acide sozolique; le premier, agissant comme un phénol (neutre), et le second comme un acide ou un phénol (acide).

» Dans les nombreuses expériences comparatives, où l'on a fait agir l'acide sozolique, l'acide phénique et l'acide salicylique, c'est toujours le premier qui s'est montré de beaucoup supérieur aux autres comme pouvoir antiseptique.

» On peut faire ces expériences avec l'eau, l'urine, de la viande, des débris de viande gâtée, de la bière, de la colle de pâte, etc.

» Évidemment l'acide phénique a été utile et il a rendu de grands services en médecine, en hygiène et dans l'industrie; l'acide sozolique, en raison de ses remarquables propriétés, d'ailleurs si évidentes, lui est tout à fait supérieur et certainement préférable.

» Il y a aussi à considérer, comme avantage, que l'acide sozolique n'exige pas d'alcool pour son emploi, ainsi que l'acide phénique; on le dissout simplement dans l'eau, ce qui est tout à la fois plus commode et plus économique. Suivant des doses analogues à celles de l'acide phénique, ou même plus considérables, c'est une simplification thérapeutique dont il y a lieu de tenir compte.

» Enfin de nouvelles méthodes industrielles, et qui seront publiées, vont permettre de produire l'acide sozolique à un prix de revient bien moindre que l'acide phénique, cette méthode consistant surtout dans une opération divisée en deux phases : production d'une sulfone et sulfuration pour obtenir l'acide *ortho*.

» On a employé déjà l'acide sozolique, d'après mes indications, dans certaines industries, telles que les mégisseries, boyauderies, parcheminerie, fabriques de colle forte, etc., où il a le double avantage d'enlever

les odeurs désagréables et d'assurer la conservation des matières premières.

» D'après beaucoup d'expérimentations faites et publiées, l'acide sozolique est appelé assurément à rendre de grands services à la Médecine et à la Chirurgie, à l'hygiène et à certaines industries. Il comporte surtout des indications spéciales pour l'assainissement et la désinfection des foyers épidémiques, en raison de la façon dont il agit pour détruire les infections, les fermentations et décompositions organiques, et saturer les gaz qui sont ou les causes d'infection ou les agents de dissémination.

» L'acide sozolique, autrement dit l'acide *orthoxyphénylsulfureux* (et ceci dérive comme conclusion de multiples expériences) comporte donc d'utiles emplois et semble devoir prendre une place méritée dans le domaine des applications pratiques. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'orientation de* Sacculina carcini. Note de M. **A. Giard.**

« Depuis l'été de 1873, j'ai poursuivi d'une manière intermittente, sur l'histoire naturelle des Rhizocéphales ou *Suctoria*, une série de recherches dont les résultats ont été, à diverses reprises, publiés dans les *Comptes rendus* de l'Académie. Le travail de M. Yves Delage sur l'évolution de *Sacculina carcini* m'a déterminé à revenir sur certains points de mes observations antérieures dont l'exactitude était contestée.

» Je ne parlerai, dans cette Note, que de l'orientation de la Sacculine et de la fixation des larves de Rhizocéphales.

» L'orientation, si remarquable et si constante, de *Sacculina carcini* m'avait paru ne pouvoir s'expliquer que par la théorie de la descendance modifiée, en supposant que le parasite du Crabe symétrique dérivait d'un *Peltogaster*, parasite d'un Anomoure à queue contournée, ancêtre des Pagures; chez cet ancêtre, la position du parasite, par rapport à son hôte, est nécessairement déterminée par les conditions biologiques, et l'orientation acquise dans ces conditions aurait été gardée par atavisme, alors même qu'elles auraient cessé d'agir. M. Delage m'objecte qu'il faut, pour que l'explication porte, faire descendre les Brachyures des Pagures, ce que pas un embryogéniste n'acceptera. Cela n'est pas absolument exact. Il suffit, pour la justesse de mon raisonnement, de démontrer que les Pagures ont donné naissance à *certains* Brachyures ou, plus rigoureusement, à certains Crabes à abdomen symétrique, le parasite pouvant passer ensuite de ces

Crabes sur d'autres appartenant à des familles différentes, mais présentant la même symétrie. Or cette démonstration a été faite, de la façon la plus lumineuse et la plus convaincante, dans un Mémoire publié bien après mes premières recherches sur les Sacculines, mais quatre ans avant le travail de M. Delage sur le même sujet ([1]). L'auteur de ce Mémoire, J.-V. Boas, établit avec clarté que les *Lithodes*, encore considérés comme des Brachyures par Claus et par beaucoup d'autres carcinologistes, sont en réalité les descendants des *Eupagurus* et que les *Birgus* ne sont également que la postérité des *Cœnobita* et des Pagures. Les recherches de Boas n'ont certes pas été entreprises pour les besoins de la cause : elles n'en apportent qu'un plus sérieux appui à ma manière de voir.

» A l'explication que j'avais donnée, M. Delage voudrait en substituer une autre. D'après lui, le mouvement de rotation qui place l'axe de la Sacculine perpendiculairement à celui du Crabe provient de ce que le côté droit reçoit plus de nourriture que le gauche et s'accroît plus rapidement; et cela, parce que sur la gauche de l'intestin du Crabe se trouve un long cæcum dont les replis forment une sorte de bouchon à la base de la cavité thoracique, au point où celle-ci communique avec l'abdomen, empêchant ainsi les racines de pénétrer aussi complètement à gauche qu'à droite dans les lobes du foie. L'explication de M. Delage paraîtra singulière à ceux qui ont étudié les Rhizocéphales et qui savent avec quelle facilité les racines de ces parasites se glissent entre des organes liés les uns aux autres d'une façon bien plus étroite que le cæcum impair du *Mœnas*, par rapport aux parties voisines de la base de la cavité thoracique. Au reste, cette explication est complètement renversée par un fait très simple de Zoologie comparée. J'ai eu récemment l'occasion, depuis longtemps attendue, d'étudier la *Sacculina Benedeni* qui, relativement commune dans la Méditerranée, se rencontre très rarement sur les *Grapsus* de la côte Ouest de France. Cette espèce présente un intérêt tout spécial pour le point en discussion. On sait, en effet, depuis Cavolini, que, chez le *Grapsus*, le cæcum impair, au lieu d'être placé comme chez les Portunides, à la base de la cavité thoracique, débouche, comme chez les Pagures et les Thalassinides, vers l'extrémité de l'abdomen, c'est-à-dire fort au-dessous de l'endroit où se trouve ordinairement la Sacculine. Et cependant l'orientation de *Sacculina*

([1]) Voir J.-E.-V. Boas, *Skrift. K. Dansk. Vidensk. Selsk.;* 1880, p. 25-210 (7 Planches).

Benedeni est identique à celle de la Sacculine du *C. Mœnas*, ce qui ne devrait pas être si l'argumentation de M. Delage avait quelque valeur.

» Mais M. Delage a été entraîné à cette vue erronée par l'idée préconçue de refuser à la larve cypridienne tout rôle actif dans le choix du lieu de fixation de la Sacculine. Dès 1866, M. Hesse déclarait avoir souvent aperçu sur le tube intestinal du *Cancer Mœnas* de petites tubérosités dont il attribuait l'existence, soit à un état abortif, soit à un état naissant du parasite. M. Delage a revu comme tout le monde ces tubérosités; il les a considérées avec raison comme des Sacculines jeunes, et il les a nommées *Sacculines internes*. Il a essayé d'expliquer leur formation par une inoculation du Crabe faite en un point quelconque de la carapace et par la migration de la larve inoculée à travers les tissus du Crustacé jusqu'à l'endroit précis où l'on rencontre d'habitude le Rhizocéphale adulte. M. Delage s'étonne bien un peu des faibles changements éprouvés par l'embryon dans ce long voyage. Le fait paraîtra moins surprenant à ceux qui admettront avec nous la transformation *sur place* de la larve cypris.

» A part les racines, qui ne sont pas en discussion, aucun organe de la Sacculine ne peut être justement appelé *interne*. Cette épithète est vraie pendant un certain temps au point de vue *topographique;* elle n'est pas exacte au point de vue *morphologique* et ne convient pas mieux à la Sacculine qu'à l'*Entoniscus*, à l'*Ichthyoxenos* ou au *Leposphilus*. Le procédé brutal employé par M. Delage pour l'étude du parasite à l'état jeune (arrachement de l'intestin du Crabe) l'a empêché de comprendre les véritables rapports du Rhizocéphale avec le tégument.

» Sans doute, si l'on place de jeunes Crabes dans un cristallisoir où l'on a élevé des milliers de larves cypris, il pourra arriver que ces larves se fixent sur toutes les parties du Crustacé : cela ne surprendra aucun des zoologistes qui ont étudié l'évolution des Cirripèdes; mais il arrivera très exceptionnellement qu'une de ces larves continue, même d'une façon anormale, à se transformer. M. Delage a observé un seul cas de ce développement pathologique dans une patte de Crabe. La rareté de pareils exemples s'explique facilement par le fait bien connu de l'*autosection* des membres du *Carcinus Mœnas* à la moindre lésion. M. Delage n'a d'ailleurs étudié que d'une façon fort incomplète la formation de l'organe d'accrochement de la Sacculine et, par une confusion regrettable, il a donné le nom de *glandes cémentaires* aux glandes collétériques (*Eikittdrüsen* des auteurs allemands), lesquelles ne sont nullement homologues des glandes à cément (*Cementdrüsen*) des Cirripèdes. Enfin, je ferai observer que, dans

l'hypothèse de la fixation indifférente et de la migration, il est absolument impossible d'expliquer pourquoi certaines Sacculines, par exemple la *Sacculina neglecta* de l'*Inachus Scorpio*, se rencontrent exclusivement sur les Crabes femelles, dont l'abdomen est, on le sait, beaucoup plus large que celui des mâles. »

M. Ch. Brongniart transmet à l'Académie quelques indications sur une pluie de feuilles qu'il a observée à Commentry :

« Le dimanche 25 avril, me trouvant en compagnie de M. Ch. Vélain, maître de Conférences à la Sorbonne, de M. Fayol, Directeur des Mines de Commentry, et de plusieurs ingénieurs de ces Mines, j'ai été témoin d'une pluie de feuilles.

» Le temps était superbe. Quelques nuages très élevés se dirigeaient de l'est à l'ouest. Une brise très légère à la surface du sol se dirigeait en sens contraire.

» Aussi haut que la vue permettait de distinguer, on voyait scintiller des feuilles mortes. Elles tombaient lentement et sur une longueur de plusieurs kilomètres, entre Commentry et Néris. Elles avaient été sans doute entraînées par une trombe. »

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 10 mai 1886.

Archives de Médecine et de Pharmacie militaires, publiées par ordre du Ministre de la Guerre; t. VI. Paris, V. Rozier, 1885; in-8°.

Études sur le vin mousseux; par J. Salleron. Paris, chez l'auteur, 24, rue Pavée, 1886; in-8°. (Présenté par M. H. Mangon.)

Charles Brongniart. *Recherches sur les articulés fossiles;* 1 vol. de *Mélanges*, in-8° relié. (Renvoi au concours Thore.)

Les algues marines du nord de la France; par M. F. Debray. Lille, imprimerie Danel, 1883; in-4°. (Renvoi au concours La Fons-Mélicocq.)

Catalogue des Muscinées de la Somme; par E. Gonse. Amiens, typographie Delattre-Lenoël, 1885; br. in-8°. (Renvoi au concours La Fons-Mélicocq.)

Manuel de Toxicologie; par Dragendorff. Deuxième édition française, publiée avec le concours de l'auteur, par le Dr L. Gautier. Paris, F. Savy, 1886; in-12.

La Photographie en ballon; par Gaston Tissandier. Paris, Gauthier-Villars, 1886; in-8°.

Recherches sur l'instabilité des continents et du niveau des mers; par J. Girard. Paris, E. Leroux, 1886; in-8°. (Renvoi au concours Gay.)

Agenda du chimiste. Paris, Hachette, 1886; in-18 relié. (Présenté par M. Friedel.)

Manuel pratique de l'analyse industrielle des gaz; par Clément Winkler, traduit de l'allemand par C. Blas. Paris, F. Savy, 1886; in-8 relié.

Compte rendu de la réunion extraordinaire de la Société géologique de Belgique, tenue à Verviers du 17 au 20 septembre 1881. Liège, imprimerie Vaillant-Carmanne, 1882; br. in-8°.

Annali dell' Uffizio centrale di Meteorologia italiana; Vol. V, Part. 1, 2, 3. Roma, tipog. Sinimberghi, 1885; 3 vol. in-4°.

Atmospheric refraction; by Edw. C. Pickering. Cambridge, John Wilson, 1886; br. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 3 mai 1886.)

Page 1024, *au lieu de* Note de M. Gorceix, présentée par M. Daubrée, *lisez* Note de M. Gorceix, présentée par M. Des Cloizeaux.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 17 MAI 1886.

PRÉSIDENCE DE M. JURIEN DE LA GRAVIÈRE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Allocution du Président à l'occasion de l'hommage offert à M. Chevreul *dans la séance du lundi* 17 *mai* 1886 (1).

« Cher et vénéré Confrère,

» J'ai le très grand honneur de vous offrir aujourd'hui, en souvenir de votre centième année, le témoignage de l'affection, du respect, de l'admiration que vous nous avez inspirés. L'affection, le respect, l'admiration de l'Académie des Sciences — vous serez, j'en suis convaincu, sur ce point de mon avis — ne constituent pas un hommage ordinaire. Mais cet hommage, qui donc l'aurait mieux mérité que vous? Ce que nous honorons, ce que nous voulons célébrer dans votre verte et majestueuse vieillesse, ce n'est pas, gardez-vous de le croire, la durée, c'est avant tout l'emploi que vous avez su

(1) L'Académie avait été convoquée spécialement pour offrir un objet d'art à M. Chevreul, en séance publique, à l'occasion de sa centième année, comme un témoignage d'affection, de respect et d'admiration.

faire de ce bienfait exceptionnel de la Providence. Quelle noble existence, cher Confrère, que la vôtre! Avec quel juste orgueil vous pouvez regarder en arrière! Avec quelle sereine confiance vous avez le droit de livrer votre vie, vos travaux, au jugement de la postérité! Vous avez fait le bien et vous avez cherché la vérité dans toute la mesure de vos forces. Que votre exemple soit un phare pour la jeune génération à laquelle vous vous êtes toujours plu à prodiguer vos conseils. Cher et illustre Maître, n'avez-vous pas été souvent touché de la pieuse et respectueuse tendresse dont cette génération, en qui repose l'espoir de la patrie, entourait vos vieux ans? N'avez-vous pas partagé notre émotion quand ces foules attendries saluaient en vous le souvenir d'un siècle qui vous a rendu témoin de tant d'épreuves, de tant de vicissitudes, d'un siècle qui enfantait si douloureusement l'avenir? Nous aimons à voir nos destinées futures s'ouvrir sous vos auspices, nous doutons moins du sort réservé à la France, quand nous avons le spectacle des hommages qu'on vous décerne. Le respect n'est pas mort dans notre chère patrie; des hommes tels que vous s'entendent merveilleusement à l'entretenir dans les âmes, et ce n'est pas, permettez-moi de vous le dire ici, un des moindres services que vous nous aurez rendus.

» Depuis longtemps déjà nous songions à fêter votre centième année, à la fêter avant que l'approche des vacances éloignât de Paris un certain nombre de nos Confrères.

» Depuis longtemps aussi, nous nous demandions de quelle façon nous pourrions le mieux vous exprimer le sentiment unanime d'une Compagnie dont vous faites la gloire.

» Il nous a semblé qu'il convenait de laisser entre vos mains, sous vos yeux, un objet qui vous rappelât quelquefois cette journée. Bien des chefs-d'œuvre nous étaient offerts : nous avons fait choix d'un chef-d'œuvre français.

» Quand un grand artiste a voulu représenter l'Étude et la Méditation, son ciseau n'est point allé chercher dans le passé l'inspiration qui devait le guider : un modèle plus sûr était à sa portée; il n'en a pas reproduit les traits : il nous en a révélé le feu intérieur.

» C'est à vous, cher Doyen de notre Académie, autant qu'à notre éminent Confrère de l'Académie des Beaux-Arts, que nous devons le *Penseur français*. Permettez-nous de vous en faire aujourd'hui hommage. »

Réponse de M. **Chevreul.**

« L'hommage de l'Académie me touche profondément. Je n'ai pas pu écouter, sans la plus vive émotion, les paroles que notre cher Président a bien voulu m'adresser au nom de tous mes Confrères.

» Il a parlé de ma longue carrière et il a donné à entendre qu'elle n'avait été inutile ni à la Science ni à notre Pays. C'est le plus bel éloge que j'aie pu ambitionner!

» Que notre Président et que l'Académie tout entière veuillent bien accepter les remerciements que je leur offre du fond du cœur! »

CHIMIE AGRICOLE. — *Observations relatives au dosage de l'ammoniaque dans le sol; réponse à M.* Schlœsing; par MM. **Berthelot** et **André**.

« La Note que nous avons publiée sur ce sujet dans le présent Volume (p. 954) n'avait pas pour objet de soulever une discussion sur les théories de notre savant Confrère, M. Schlœsing, relatives à l'absorption de l'ammoniaque de l'air par la terre arable, mais de mettre en évidence une précaution spéciale et une cause d'erreur dans les dosages de l'ammoniaque du sol, cause qui n'a été signalée jusqu'ici ni dans les Ouvrages classiques de M. Schlœsing, ni dans ceux de M. Grandeau, ni dans aucun autre parvenu à notre connaissance.

» En ce qui touche l'absorption de l'ammoniaque par le sol, puisque cette question se trouve maintenant soulevée, nous pensons qu'elle dépend du rapport qui existe entre la tension de l'ammoniaque dans les couches d'air voisines du sol et la tension du même alcali dans les parties superficielles du sol lui-même : opinion que nous avons exprimée par la conclusion suivante, irréprochable à notre avis, car elle est déduite d'expériences qui mettent cette tension en évidence : « La terre arable tend à » émettre continuellement dans l'atmosphère l'ammoniaque des sels am» moniacaux qui y sont contenus. » De cette double tension résulte un équilibre, en vertu duquel la terre peut tantôt céder de l'ammoniaque à l'atmosphère, tantôt lui en emprunter; mais les conditions naturelles du phénomène sont trop peu connues et trop variables pour permettre aucune évaluation théorique, car elles sont incomparablement plus complexes que

celles calculées par M. Schlœsing comme propres à définir les échanges d'ammoniaque entre un mélange gazeux homogène et une solution aqueuse pure et simple : nous aurons sans doute occasion d'y revenir.

» Notre savant Confrère croit avoir établi que le sol emprunte, en général, de l'ammoniaque à l'atmosphère. Nous ne prétendons nullement contester ses expériences; mais nous ne pensons pas qu'elles aient fourni cette démonstration. Le seul fait qu'elles établissent, à proprement parler, c'est l'enrichissement progressif en ammoniaque d'une terre sèche, exposée au contact de l'air, pendant les mois d'août et de septembre; tandis que la terre humide en retient fort peu ([1]). Mais elles ne fournissent pas de lumière assurée sur l'origine même de cette ammoniaque, et cela pour divers motifs, tels que les suivants.

» Notre Confrère n'a pas fait connaître la dose des matières organiques azotées, ni celle des azotates contenus dans les terres sur lesquelles il a opéré.

» Il n'a pas davantage prouvé que l'ammoniaque, graduellement accumulée dans ces terres, en même temps que la saison de la végétation s'avançait vers son terme (fin de septembre), provînt exclusivement de l'atmosphère, plutôt que des matières azotées initiales, modifiées par les ferments et microbes qui les accompagnent dans le sol; et il n'a pas établi que les azotates, formés dans la terre humide, dérivassent de l'ammoniaque atmosphérique, plutôt que de ces mêmes matières azotées modifiées par le ferment nitrique.

» Peut-être eût-il été utile de faire connaître comment les échantillons sur lesquels il a opéré avaient été formés, comment ils étaient arrivés jusqu'au lieu de l'expérience, quelles manipulations préalables ils avaient pu subir; si ces échantillons contenaient au début des azotates, ainsi qu'il arrive d'ordinaire pour la terre arable; ou bien par quel artifice ils en avaient été débarrassés.

» Au contraire, les doses finales d'ammoniaque qu'il a reconnues dans des terres sèches exposées simplement au contact de l'air, dans ses analyses faites le 20 septembre, soit, par kilogramme, 50 milligrammes (terre de Boulogne), et 82 milligrammes (terre de Neauphle); ces doses, disons-nous, sont du même ordre de grandeur que celles que nous avons observées nous-mêmes dans les terres analysées le 25 octobre, c'est-à-dire 78 milligrammes et 118 milligrammes. Les terres analysées par M. Schlœsing, et

([1]) *Contribution à l'Étude de la Chimie agricole*, chez Dunod, 1885, p. 42 et 43.

sur lesquelles il base ses raisonnements, n'étaient donc ni plus ni moins ammoniacales ou exceptionnelles que les nôtres.

» Ainsi les questions intéressantes soulevées par notre savant Confrère nous paraissent réclamer une étude nouvelle.

» Cette étude d'ailleurs, nous le répétons, n'était pas l'objet que nous nous proposions dans notre Note; pas plus que nous ne voulions y définir la richesse moyenne des sols arables en ammoniaque. Ce que nous avions l'intention de signaler et ce que nous croyons avoir démontré par nos analyses, c'est que toute dessiccation subie par une terre, soit à 100°, soit même à froid, expose l'opérateur à perdre de l'ammoniaque. M. Schlœsing, dans une communication amiable, m'exposait qu'il avait coutume de demander aux personnes qui lui adressent des échantillons de terres de laisser d'abord celles-ci se dessécher à l'air jusqu'à réduction à quelques centièmes d'humidité, afin d'éviter les fermentations du sol humide pendant le transport et le temps qui précède l'analyse. Le procédé décrit dans le *Traité d'analyse des matières agricoles* de M. Grandeau (p. 159) est conforme à cette manière de faire, laquelle n'altère évidemment pas la composition générale d'une terre; sauf sur le point spécial qui nous occupe. Elle ne permet pas, à notre avis, un dosage certain de l'ammoniaque initiale, l'alcali volatil du sol pouvant soit s'évaporer en partie, soit au contraire s'accroître aux dépens de l'atmosphère, pendant la prise, la préparation, la conservation et l'expédition des échantillons. Pour être valable, il faut que ce dosage ait lieu aussitôt après la prise, et sans dessiccation préalable. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Réponse aux observations récentes de M.* Taurines *sur ma Communication du* 23 *mars* 1885. Note de M. **A. Ledieu.**

« Après une mûre réflexion de plus d'une année, M. Taurines vient de juger opportun de me reprocher (*Comptes rendus*, 10 mai) de nombreuses erreurs dans l'alinéa suivant de la Communication visée :

« En ce qui concerne les machines, on ne possède absolument, aussi bien en France qu'à l'étranger, que les expériences exécutées à l'aide des dynamomètres Taurines de rotation, en 1854 et 1856, à bord de l'aviso *le Primauguet*, de 1000 chevaux *indiqués*, et en 1862 à bord de l'*Elorn*, de 130 chevaux. Si tant est qu'il y ait quelque renseignement à tirer de ces machines frustes vis-à-vis des appareils de nos jours, nous rappellerons que le rendement a varié *moyennement* de 0,70 à 0,82 sur le premier navire, et de 0,68 à 0,82 sur le second. »

» Voici ma réfutation point par point des allégations gratuites et chagrines de M. Taurines, qui débute d'ailleurs par un résumé *inexact* de l'alinéa en question.

» 1° J'aurais pris la *corvette* le *Primauguet* pour un *aviso*.

» L'expression « corvette » est rayée, depuis déjà longtemps, des Listes de la flotte. Les navires de cette ancienne dénomination ont été classés, selon leur grandeur, les uns comme « avisos » de première classe, les autres comme « croiseurs » de troisième classe.

» 2° Dans son Rapport sur les expériences dynamométriques du *Primauguet*, Dupuy de Lôme cite le rendement 0,86 comme un maximum en marche à pleine vapeur par beau temps; mais la *moyenne* des rendements à cette marche est bien 0,82, ainsi, du reste, que M. Taurines l'avoue lui-même au commencement de son paragraphe premier; et ma propre phrase laisse clairement voir que ce chiffre 0,82 n'est pas une limite supérieure *absolue*.

» 3° D'autre part, j'ai dû, pour me rendre compte du rendement par grosse mer, me référer au fonctionnement au point fixe; car alors, entre de certaines limites, l'appareil se trouve sensiblement dans de mêmes conditions qu'avec du mauvais temps. C'est ainsi que j'ai été conduit à adopter le rendement 0,70 comme une moyenne correspondant à cette circonstance de navigation.

» 4° Mes chiffres incriminés conservent donc toute leur valeur, puisque, me plaçant à un point de vue général, j'ai englobé entre deux *moyennes* convenant à des allures extrêmes les rendements afférents à des marches intermédiaires.

» 5° Les 1000^{chx} *indiqués* que j'attribue au *Primauguet* ne correspondent aucunement, comme le pense M. Taurines, à une expérience déterminée.

» D'après le contexte même de la phrase où il en est parlé, ils représentent quatre fois la *force nominale*, spécifiée suivant la règle en usage depuis 1867, et servent à donner une idée de la puissance possible de l'appareil. Une pareille indication est une sorte d'estampille dont on accompagne, en principe, le nom de tout navire à vapeur. Pas un mécanicien de marine ne se tromperait là-dessus.

» 6° M. Taurines se plaint, à plusieurs reprises, du terme *machine fruste* appliqué à l'appareil du *Primauguet*.

» Mais, en vérité, comment dénommer une machine qui date de plus de trente ans, et qui, n'étant ni à haute pression, ni compound, ni à pilon, ni à condenseur à surface, n'a plus rien de commun avec nos appareils actuels?

» Il est absolument impossible que les rendements mesurés sur la machine discutée puissent être d'aucune utilité pour apprécier les utilisations de ces appareils.

» 7° En finissant, M. Taurines rappelle que « la mécanique navale comprend trois problèmes fondamentaux : rendement des machines marines, utilisation des hélices, résistance de la carène ».

» Malheureusement, pour résoudre ce triple problème, il faudrait faire des essais dynamométriques de rotation, de poussée et de traction en remorque, sur diverses séries de bâtiments de différentes grandeurs et formes, nantis de machines et d'hélices déterminées. Avec des écarts modérés dans ces multiples éléments, on pourrait, par interpolation, tirer de telles expériences d'excellentes inductions pour des bâtiments en projet.

» Mais on devrait, pour cela, immobiliser un certain temps les navires à essayer systématiquement; puis les dynamomètres Taurines, incontestablement excellents, sont, par contre, très coûteux et présentent des difficultés d'installation et de tarage.

» Pour ces divers motifs, aucune nation maritime, ni aucune Compagnie de navigation ne s'est décidée jusqu'ici à résoudre aussi rationnellement que possible l'important problème en vue; d'autant qu'il existe un moyen détourné, beaucoup plus économique et en somme suffisant pour atteindre le but poursuivi : c'est la méthode des comparaisons et des approximations successives avec l'usage intelligent du coefficient général, connu actuellement sous le nom d'*utilisation du navire*. Cette méthode, que nous n'avons cessé de préconiser dans nos Ouvrages et nos Communications à l'Académie, est aujourd'hui unanimement adoptée par les ingénieurs de constructions navales.

» Ce ne sont pas là des « théories conçues *a priori* et parfois dange» reuses », comme se l'imagine M. Taurines. Ce qui serait dangereux et fausserait la véritable méthode expérimentale, ce serait, en s'illusionnant, d'appliquer les résultats des essais d'un navire donné à d'autres bâtiments n'ayant avec lui que de lointains rapports dans leurs éléments précités.

» Nous avons rappelé, justement dans notre Communication du 23 mars 1885, les écoles faites, à la suite de semblables illusions, par l'usage immodéré et indû des expériences du *Pélican,* si remarquables pour leur époque. Nous ne saurions donc trop engager les ingénieurs à ne pas recommencer le même jeu avec les résultats des essais du *Primauguet,* dussent-ils encourir de M. Taurines le reproche de ne pas se conformer à

la sage maxime par laquelle il termine sa Note, pour nous signifier *la bonne voie du vrai savant.* »

M. **Mascart**, en présentant à l'Académie le tome III de la publication relative à la Mission scientifique du cap Horn, s'exprime comme il suit :

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie, au nom de la Commission du cap Horn, le deuxième Volume paru (t. III) des travaux de la Mission.

» Ce Volume renferme toutes les observations relatives au magnétisme terrestre et les analyses de MM. Müntz et Aubin sur les prises d'air atmosphérique recueillies par M. le D[r] Hyades. Les dosages d'acide carbonique, dont les principaux résultats ont été présentés à l'Académie dans une précédente Communication, ont montré que la proportion de ce gaz dans l'air croît avec la température, qu'elle n'augmente pas pendant la nuit comme on l'observe sur les continents, et que la richesse moyenne est sensiblement moindre dans l'hémisphère sud que dans l'hémisphère nord. Ces caractères tiennent à la prédominance des mers et justifient les idées émises par M. Schlœsing sur le rôle de la mer comme régulateur de l'acide carbonique aérien.

» Les recherches sur le magnétisme terrestre formaient la partie la plus importante et avaient été le motif principal des expéditions polaires internationales. La Mission française a rempli de point en point le programme commun des observations périodiques; mais elle a eu la bonne fortune d'élargir ce programme en installant un enregistreur continu des variations du magnétisme terrestre. Grâce au zèle de MM. Payen et Le Cannellier, la marche de cet instrument, que l'on avait improvisé avant le départ, n'a pas laissé de lacunes pendant tout le séjour de la Mission à la baie Orange. Le Volume actuel renferme les observations horaires des trois éléments, les observations plus fréquentes pour les jours termes, des notes sur le caractère de toutes les perturbations, la reproduction des courbes relatives aux plus importantes, enfin le calcul des moyennes horaires et des moyennes mensuelles.

» L'Académie des Sciences, qui a tant contribué à assurer le succès de la Mission par les instructions données aux observateurs et par son concours pécuniaire, peut donc éprouver la satisfaction légitime que cette publication est digne de son patronage et tiendra le rang le plus honorable parmi les publications analogues faites par les nations étrangères.

» Les calculs de réduction et la préparation des documents pour l'impression définitive représentaient un travail considérable, dont on doit savoir d'autant plus de gré à M. Le Cannellier que la mort de son collaborateur, M. Payen, lui laissait une double tâche.

» Lorsque le commandant Martial, chef de l'expédition, vint ici présenter un premier Rapport sur l'heureuse issue du voyage, le Président de l'Académie, M. Blanchard, en lui faisant les honneurs de la séance, ajoutait :

» Vous avez pu dire, comme le capitaine Cook au retour de son second voyage dans les mers du Sud : « Après une laborieuse campagne, je ramène au port tout mon » monde en parfaite santé. »

» Cette satisfaction fut de courte durée. M. Payen a été emporté quelques mois plus tard par un mal qui semblait n'avoir attendu que son retour en France pour prendre un caractère alarmant. Le commandant lui-même, M. Martial, rappelé à la mer sans avoir eu le temps de prendre un repos bien mérité, succombait de fatigue et d'épuisement dans la campagne de Chine. Nous devions, en cette circonstance, un témoignage de regret à la mémoire de deux officiers distingués qui ont payé de la vie leur dévouement à une œuvre scientifique. »

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le premier Fascicule du 8e Volume des *Acta Mathematica*, journal rédigé par M. *G. Mittag-Leffler*. (Présenté par M. Hermite.)

2° Un Ouvrage intitulé : « Curso de Geodesia y Topografia », por *Francisco Bœuf*. (Présenté par M. Mouchez.)

3° « Krakatau », par M. *Verbeek*. Atlas de 43 Cartes relatives à l'éruption de Krakatau et Album contenant 25 Planches chromolithographiques des régions dévastées du détroit de la Sonde.

4° Un Ouvrage portant pour titre : « La peur, étude psycho-physiologique », par *A. Mosso*, traduit par M. *F. Hément* » (Présenté par M. Charcot.)

ASTRONOMIE. — *Éléments de l'orbite de la comète Brooks* (I). Note de M. **Lebeuf**, présentée par M. Mouchez.

« Les éléments reposent sur les observations des dates suivantes :

1886.	Avril 30...........	Kiel, 2 observations, *Astron. Nachr.*, n° 2726.
	Mai 4...........	Paris, 1 observation.
	Mai 8...........	Paris, 1 observation.

» On obtient ainsi :

T = 1886, juin 7,5158. Temps moyen de Paris.

$$\left.\begin{aligned} \Omega &= 193^\circ\ 1'\ 29'',5 \\ \varpi &= 33.42.\ 7,1 \\ i &= 87.47.34,7 \end{aligned}\right\} \text{Équinoxe moyen 1886,0.}$$

$$\log q = 9,439104$$

» Voici la représentation du lieu moyen :

$$\Delta\alpha' \cos\delta' = +2'',1,$$
$$\Delta\delta' = +2'',7. \text{ »}$$

ASTRONOMIE. — *Observations des comètes Brooks, faites à l'observatoire d'Alger, au télescope de* 0^m,50. Note de M. **Rambaud**, présentée par M. Mouchez.

Comète Brooks (I).

Dates. 1886.	Étoiles de comparaison.	Grandeurs.	Ascension droite ☄—★.	Déclinaison ☄—★.	Nombre de comparaisons.
Mai 3....	*a* B.D. + 58°, n° 199.	9	+0.37,55 (m s)	— 4.13,0 (′ ″)	5:5
4....	*b* B.D. + 58°, n° 230.	8	—2. 4,82	+ 8. 1,7	5:5
5....	*c* B.D. + 57°, n° 296.	8,5	+0.17,38	+ 5.44,6	7:14
7....	*d* B.D. + 56°, n° 334.	6,5	—2.21,89	— 2.37,9	5:5

Comète Brooks (II).

Dates. 1886.	Étoiles de comparaison.	Grandeurs.	Ascension droite ☄—★.	Déclinaison ☄—★.	Nombre de comparaisons.
Mai 3....	*e* B.D. + 28°, n° 4562.	9	—0.13,59	+13.59,7	2:2 (¹)
4....	*f* B.D. + 30°, n° 4920.	9	+4.51,97	— 1.34,6	5:5
5....	*g* B.D. + 32°, n° 4645.	9	+2.18,85	+ 7.49,2	6:6
6....	*h* B.D. + 34°, n° 4949.	9,4	—2.37,70	— 4.08,3	5:5
7....	*i* B.D. + 36°, n° 5086.	8,7	+2.13,59	— 3.53,4	5:5

(¹) Observé à travers les brumes.

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1886.	Étoiles de comp.	Ascension droite moy. 1886,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1886,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Mai 3...	*a*	1. 7.26,87	−0,47	+59. 9.23,1	−9,6	B.B., t. VI, +58°, n° 199.
4...	*b*	1.17. 1,74	−0,47	+58.21. 2,4	−9,6	Bonn, t. I, Z52, n° 82.
5...	*c*	1.21.26,99	−0,45	+57.45.11,4	−9,7	Rumker, 1h, n° 295.
7...	*d*	1.37.16,21	−0,45	+56.30.54,9	−9,7	B.B., t. VI, +56°, n° 334.
3...	*e*	23.14.14,54	+0,19	+28.14.49,1	−7,2	W_2, 23h, n° 257.
4...	*f*	23.12.25,45	+0,19	+30.37.24,6	−7,5	B.B., t. VI, +30°, n° 4920.
5...	*g*	23.18.30,72	+0,20	+32.37.39,3	−7,9	W_2, 23h, n° 346.
6...	*h*	23.27. 6,48	+0,20	+34.54.36,6	−8,4	B.B., t. VI, +34°, n° 4949.
7...	*i*	23.26.22,34	+0,24	+37. 7.26,9	−8,7	W_2, 23h, n° 528.

Positions apparentes des comètes.

Comète Brooks (I).

Dates. 1886.	Temps moyen d'Alger.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Mai 3......	14.52.22	1. 8. 3,95	$\bar{1},936_n$	+59. 5. 0,5	0,703
4......	14.31.46	1.14.56,45	$\bar{1},907_n$	+58.28.54,5	0,752
5......	14.17.59	1.21.43,92	$\bar{1},881_n$	+57.50.46,3	0,782
7......	14.29.56	1.34.53,87	$\bar{1},873_n$	+56.28. 7,3	0,776

Comète Brooks (II).

Dates. 1886.	Temps moyen d'Alger.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
Mai 3......	16. 5.24	23.14. 1,14	$\bar{1},693_n$	+28.28.41,6	0,512
4......	15.39.18	23.17.17,61	$\bar{1},721_n$	+30.35.42,5	0,536
5......	15.29.15	23.20.49,77	$\bar{1},737_n$	+32.45.20,6	0,533
6......	14.38.58	23.24.28,98	$\bar{1},764_n$	+34.50.19,1	0,615
7......	15. 1.48	23.28.36,17	$\bar{1},772_n$	+37. 3.24,8	0,552

ÉLECTRICITÉ. — *Mesure de la conductibilité électrique du chlorure de potassium dissous.* Note de M. **E. Bouty**, présentée par M. Lippmann.

« Dans mes recherches antérieures sur la conductibilité électrique des dissolutions salines [1], j'ai pris pour termes de comparaison les conductibilités de solutions de chlorure de potassium. Ces expériences appelaient

[1] *Comptes rendus,* t. XCVIII, p. 140, 362, 797, 908, et t. XCIX, p. 30.

un complément indispensable : l'étude approfondie de la conductibilité du chlorure de potassium lui-même, aux divers états de dilution et aux diverses températures.

» J'ai d'abord déterminé en valeur absolue la résistance spécifique à 0° d'une dissolution normale de chlorure de potassium, contenant $74^{gr},59$ de sel (un équivalent) par litre. Ensuite, et par une double série de mesures relatives, j'ai comparé cette résistance à celles d'autres solutions de chlorure de potassium contenant de $3^{éq}$ à $0^{éq},001$ de sel par litre, et à des températures comprises entre 0° et 30°.

» *Mesure absolue.* — Un tube capillaire enroulé en spirale et terminé par deux larges entonnoirs est successivement rempli de mercure pur à zéro, et de la dissolution normale de chlorure de potassium. On mesure la résistance du mercure par la méthode du pont de Wheatstone, et celle du chlorure de potassium par la méthode électrométrique, en prenant pour termes de comparaison des résistances métalliques étalonnées en ohms légaux. Le rapport des résistances du chlorure de potassium et du mercure s'est trouvé égal à $1,634.10^5$; d'où l'on a déduit que la résistance spécifique C. G. S. de la dissolution normale, évaluée en ohms légaux, est de

$$15^{\text{ohms}},415.$$

Eu égard à l'extrême inégalité des grandeurs a comparer, cette valeur peut être erronée de $\frac{1}{100}$, par excès ou par défaut.

» *Mesures relatives.* — *Étude de la méthode de Paalzow.* — Trois méthodes ont été proposées pour mesurer et comparer entre elles les résistances liquides : la méthode des courants alternatifs, la méthode de Paalzow consistant à éliminer la polarisation des électrodes par l'emploi d'électrodes de zinc dans une dissolution concentrée de sulfate de zinc, et enfin la méthode électrométrique. Dans un travail antérieur (¹), exécuté en commun avec M. Foussereau, nous avons étudié la méthode des courants alternatifs et reconnu que, dans le cas des grandes dilutions, elle est très inférieure à la méthode électrométrique.

» La même critique peut être adressée à la méthode de Paalzow. Dans une série de mesures comparatives, j'ai pu constater que la polarisation des électrodes est *absolument éliminée* quand on s'astreint à conserver à la branche du circuit contenant l'électrolyte une résistance minimum d'une dizaine de mille ohms, et l'on doit reconnaître que la méthode offre

(¹) *Comptes rendus*, t. CI, p. 373.

l'avantage d'une très grande rapidité dans les mesures; mais on est vite arrêté par le défaut de sensibilité des galvanomètres. Quand la résistance principale à mesurer atteint un mégohm, il me paraît impossible de répondre des résultats à plus de $\frac{1}{10}$ près, tandis que les mesures électrométriques comportent au plus une erreur de $\frac{1}{200}$ pour des résistances encore plus fortes.

» Pour les mesures définitives, j'ai donc eu recours uniquement à la méthode électrométrique. La principale difficulté consiste dans l'évaluation exacte des températures; une variation de 0°,1 entraînant en général une variation de la résistance de 0,003, la plus légère erreur thermométrique altère notablement les résultats. Il est donc indispensable de maintenir les tubes capillaires contenant les résistances liquides dans des bains d'assez grand volume pour que la variation de température pendant la durée d'une mesure puisse être négligée, et d'employer des thermomètres donnant le dixième de degré.

» *Résultats*. — Entre 0° et 30° la résistance des dissolutions de chlorure de potassium s'exprime avec une exactitude suffisante par la formule binôme

$$r_t = \frac{r_0}{1 + \alpha t}.$$

» Le Tableau suivant donne les valeurs absolues de la résistance spécifique r_0 et les valeurs relatives de la résistance moléculaire ρ_0 rapportée à celle de la dissolution normale, ainsi que les valeurs de α.

Nombre d'équivalents.	r_0	ρ_0.	α.
3.............	5,172	1,007	0,0230
2.............	7,785	1,010	0,0259
1.............	15,415	1,000	0,0291
0,5..........	30,49	0,989	0,0302
0,2..........	72,23	0,937	0,0326
0,1..........	141,0	0,915	0,0327
0,01..........	1325	0,860	0,0333
0,001.........	12697	0,824	0,0333

» On remarquera que, entre $3^{éq}$ et $0^{éq},5$, la conductibilité moléculaire ρ_0 varie à peine de $\frac{1}{50}$ de sa valeur, tandis que α décroît rapidement. Au contraire, dans les dissolutions étendues, α demeure très sensiblement constant; la conductibilité moléculaire décroît d'une manière assez marquée et tend vers une limite qui ne peut être bien éloignée de 0,75, mais dont la mesure

exacte est rendue très difficile par la variabilité de composition de l'eau distillée dont on dispose. »

PHYSIQUE. — *Sur le volume atomique de l'oxygène.* Note de M. **E.-H. Amagat.**

« Dans une intéressante Communication insérée au *Compte rendu* du 3 du courant, M. Wroblewski annonce que le volume atomique de l'oxygène est notablement inférieur à 16.

» Je crois devoir rappeler que dans ma Communication du 2 mars 1885, sur le même sujet, j'ai déjà tiré cette conclusion de mes expériences. J'ai annoncé, en effet, que sous une pression dépassant 4000^{atm} j'étais arrivé à obtenir de l'oxygène ayant une densité supérieure à 1,25 et ceci à la température de 17°.

» M. Wroblewski arrive aujourd'hui par le refroidissement seul à obtenir pour le même corps à — 200° une densité égale à 1,24.

» Il est probable que, en réunissant les effets produits par la pression et le froid, on arriverait à un nombre notablement supérieur et, par conséquent, à un volume atomique plus faible.

» Dans ce cas, on pourrait admettre que, conformément aux idées de Dumas, le soufre, le sélénium et le tellure auraient le même volume atomique, mais que celui de l'oxygène (qui, du reste, occupe une place à part dans la famille) serait avec les trois autres seulement dans un rapport simple, probablement dans le rapport de un à deux.

» Dans ces conditions, la forme que prendrait la branche de courbe de L. Meyer indiquerait pour le fluor un volume atomique qui pourrait de même être la moitié de ceux du chlore, du brome et de l'iode. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Observation de la déviation de la verticale sur les côtes sud de France.* Mémoire de M. **Germain**, présenté par M. Bouquet de la Grye. (Extrait par l'auteur.)

« L'étude de la déviation de la verticale produite par l'action du relief topographique présente sur les côtes un intérêt spécial, car il pourrait arriver qu'avec la latitude géodésique on eût des erreurs sensibles en réglant les chronomètres au moyen de hauteurs simples du Soleil ou des étoiles.

Des différences assez considérables entre les latitudes astronomiques et les latitudes géodésiques adoptées pour les Cartes de la Marine et pour celles de l'État-Major ayant été plusieurs fois signalées sur les côtes de Provence, nous avons été chargé de procéder à des mesures exactes à Nice, Saint-Raphaël, Toulon et Marseille.

» Aux observatoires de Nice et de Marseille, où la longitude a été obtenue à l'aide du télégraphe et la latitude par des observations directes, il nous a suffi de déterminer la position géodésique des lunettes méridiennes de ces établissements en les reliant à la triangulation de la France. A Saint-Raphaël et à Toulon, nous avons obtenu la latitude astronomique à l'aide d'un cercle méridien à microscopes de Brunner, et les coordonnées géodésiques par une triangulation; malheureusement le temps et les ressources dont nous pouvions disposer ne nous ont pas permis d'entreprendre la mesure de la longitude par le télégraphe; nous n'avons donc pu, en ces deux stations, comparer entre elles que les latitudes pour en déduire la composante, dans le plan méridien, de la déviation de la verticale.

» Pour obtenir nos coordonnées géodésiques à moins d'un dixième de seconde près, approximation que comporte la détermination des coordonnées astronomiques, nous avons reconnu qu'il n'était pas nécessaire de nous transporter aux stations géodésiques de premier ordre de l'État-Major où il nous aurait fallu élever à grands frais des signaux et attendre un moment favorable pour les observations : la triangulation effectuée par Bégat, en 1842, sur la côte sud de France et appuyée sur les grands côtés de la triangulation de l'État-Major, nous offrait toutes les garanties d'exactitude désirable, puisque les côtés des triangles les plus éloignés des bases de départ ne diffèrent que de quelques décimètres des côtés correspondants de l'État-Major, et que les positions géographiques données au dixième de seconde d'arc sont exactement les mêmes dans les deux triangulations. Il nous a donc suffi de relier nos stations aux sommets les plus voisins de la triangulation de Bégat pour en obtenir les coordonnées à moins d'un dixième de seconde d'arc près. A Marseille, où la plupart de ces sommets avaient disparu, nous avons dû recourir à la triangulation effectuée par le baron de Zach au commencement du siècle; triangulation dans laquelle la longueur du grand côté, *Vieux phare de Planier-Coupole de l'ancien observatoire de Marseille*, est identiquement la même que dans la triangulation effectuée plus tard par les ingénieurs géographes; mais nous avons dû corriger les coordonnées en tenant compte de la différence d'azimut constatée par ces derniers.

» A l'observatoire du mont Gros, à Nice, les coordonnées astronomiques du pilier de la lunette méridienne, déterminées par M. Perrotin, sont

$$L = 43°43'16'',9, \qquad \mathcal{L} = 4°57'48'',3;$$

nous avons trouvé pour coordonnées géodésiques

$$L' = 43°43'33'',5, \qquad \mathcal{L}' = 4°57'48'',6.$$

» L'attraction de la verticale est donc de 16'',6 vers le nord, négligeable dans le sens perpendiculaire.

» A Saint-Raphaël nous avons établi notre station à 30m au-dessus de la mer, sur la colline de Notre-Dame, et déterminé la latitude astronomique du pilier de notre cercle méridien par l'observation des culminations de 122 étoiles fondamentales, en nous entourant de toutes les précautions nécessaires pour assurer l'exactitude des pointés et des lectures. La moyenne a donné

$$L = 43°25'5'',7,$$

avec une erreur moyenne de ± 0'',05 et une erreur probable de 0'',03 seulement.

» La triangulation a fourni pour coordonnées géodésiques

$$L' = 43°25'18'',4, \qquad \mathcal{L}' = 4°26'16'',1.$$

» L'attraction de la verticale est donc de 12'',7 vers le Nord, mais nous ne pouvons rien savoir sur la composante est-ouest.

» A Toulon nous avons substitué notre cercle méridien à microscopes au petit cercle à verniers de l'observatoire de la Marine, et observé, avec le concours de M. Rozet, la culmination de 161 étoiles fondamentales. La moyenne a fourni

$$L = 43°7'23'',2,$$

avec une erreur moyenne de ± 0'',09 et une erreur probable de 0'',06.

» La triangulation nous a donné pour coordonnées géodésiques

$$L' = 43°7'37'',2, \qquad \mathcal{L} = 3°35'11'',6.$$

» L'attraction de la verticale est donc de 14'',0 vers le nord.

» Au nouvel observatoire de Marseille, les coordonnées astronomiques de la grande lunette méridienne, déterminées par M. Stéphan, sont

$$L = 43°18'16'',5, \qquad \mathcal{L} = 3°3'24'',27.$$

» La triangulation nous a donné pour coordonnées géodésiques

$$L' = 43^\circ 18' 21'',7, \qquad \mathcal{L}' = 3^\circ 3' 31'',25.$$

» Les composantes de l'attraction de la verticale sont donc de 5″, 2 vers le nord dans le plan méridien, de 7″, 0 vers l'est dans le plan perpendiculaire. On en conclut que la verticale est dérivée de 8″, 5 dans un plan faisant avec le méridien un angle d'environ 57°27′, compté du nord vers l'est. La trace de ce plan sur la sphère coupe le méridien de Nice à 50km environ au nord de l'observatoire du mont Gros.

» Il résulte de ces quatre déterminations que, sur la côte sud de France, le continent attire la verticale, c'est-à-dire repousse le zénith astronomique relativement au zénith géodésique, et que les choses semblent se passer comme si l'attraction était exercée par un point situé au nord de Nice, dans le massif des Alpes.

» Il serait intéressant de rechercher si la déviation est, en chaque point, produite par une attraction locale, ou si elle peut être réellement attribuée à un centre unique; pour résoudre cette question, il serait nécessaire de déterminer, tant par la Géodésie que directement, les latitudes et les longitudes d'un certain nombre de points convenablement choisis sur les méridiens de nos quatre stations.

» Il convient de remarquer que les latitudes géodésiques auxquelles nous avons comparé les latitudes astronomiques ont été obtenues à l'aide des positions adoptées par l'État-Major; elles dépendent par conséquent de la latitude du Panthéon (48°50′48″, 6), conclue de celle de l'observatoire de Paris, qui avait été déterminée par Arago. En 1861, Le Verrier fut conduit à adopter pour nouvelle latitude de l'Observatoire un nombre plus faible de 2″, sans le considérer toutefois comme approché à moins de 0″, 5; il en résulte que les latitudes de tous les points de la France devraient être diminuées de deux secondes, ce qui réduirait d'autant les différences que nous avons constatées avec les latitudes astronomiques. Toutefois, comme de nouvelles observations entreprises autour de Paris, sous la direction de M. le Colonel Perrier, assigneront probablement à la latitude du Panthéon une nouvelle valeur, nous avons cru devoir, en attendant que ces observations soient publiées, conserver les anciennes latitudes. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur l'abaissement barométrique du 13 mai.* Note de M. E. Renou, présentée par M. Mascart.

« Le baromètre s'est abaissé le 13 mai dernier, au Parc de Saint-Maur, à 4^h du matin, à $737^{mm},37$ (lecture directe; altitude $49^m,30$); nos inscripteurs nous montrent qu'un quart d'heure auparavant il avait atteint $737^{mm},0$, ce qui revient à $741^{mm},44$ au niveau de la mer. La température était alors $13^o,8$, le vent faible du sud au sud-ouest. A cette heure, il était tombé depuis minuit 20^{mm} d'eau; la pluie avait été forte surtout de 1^h à 3^h. Le baromètre, haut au commencement du mois, descendait progressivement depuis le 5; ce mouvement s'est considérablement accéléré du 12 à 4^h du matin au 13 à la même heure et dépassait 15^{mm} en vingt-quatre heures.

» A Paris, depuis 1757, le baromètre n'avait jamais atteint un pareil minimum en mai.

» Celui qui en diffère le moins est celui du 6 mai 1807 à $5^h 30^m$ du soir, $738^{mm},67$. A cette époque on donnait la hauteur du baromètre sans réduction à zéro et sans indication de la température du mercure. Corrigé approximativement de 2^{mm}, le chiffre de 1807 correspond à $738^{mm},6$ au Parc de Saint-Maur.

» Le 13 mai dernier, à 7^h du matin, le baromètre était au cap Gris-Nez, à $738^{mm},6$ au niveau de la mer, $3^{mm},3$ plus bas qu'au Parc. La différence est souvent plus grande entre ces deux stations. Pendant les grandes dépressions le baromètre est plus bas au bord de la mer qu'à Paris; elles se comblent rapidement en se propageant sur le continent : en Suisse elles sont beaucoup moindres.

» Le minimum du 13 mai dernier tombe au milieu d'une période très orageuse : des orages ont éclaté les 10, 12, 13 et 14; ils ont été beaucoup plus forts et plus près du zénith à Paris qu'au Parc; le 14, dans certains quartiers de Paris, notamment à La Villette, le sol était blanchi par la grêle.

» Cet abaissement remarquable du baromètre a été en rapport avec une immense perturbation atmosphérique; le 13, un ouragan d'une violence extrême a causé des dégâts considérables et fait de nombreuses victimes à Madrid et dans d'autres parties de l'Espagne. On signalait en même temps des inondations désastreuses en Angleterre et aux États-Unis. Le lendemain, la tempête atteignait l'Italie et l'Allemagne et couvrait de neige la Chaux-de-Fonds et le Jura. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de l'acide vanadique sur les sels ammoniacaux* (1).
Note de M. A. DITTE, présentée par M. Debray.

« DEUXIÈME GROUPE. — I. *Sulfate d'ammoniaque.* — Une solution chaude de ce sulfate transforme presque immédiatement l'acide vanadique rouge soluble en paillettes jaunes de trivanadate ammoniacal. En présence d'un excès d'acide vanadique, la solution demeure incolore; elle ne retient pas de vanadium et dépose, quand on l'évapore, du bisulfate d'ammoniaque.

» II. *Chromate d'ammoniaque.* — Le chromate neutre d'ammoniaque dissout, à chaud, une quantité notable d'acide vanadique soluble. Saturée vers 60° et filtrée, la solution est rouge foncé; évaporée dans le vide, elle dépose de petits cristaux qui renferment $VO^5, 2CrO^3, 2AzH^4O, 7HO$. Il n'en est pas de même si, au lieu de concentrer la liqueur à froid, on la porte à l'ébullition : on voit se déposer des cristaux jaunes de trivanadate d'ammoniaque, et si l'on ajoute de l'acide vanadique tant qu'a lieu sa transformation en trivanadate, puis qu'on filtre la liqueur, celle-ci ne retient pas de vanadium et dépose, après concentration, de gros cristaux de bichromate d'ammoniaque. Au-dessus de 60°, le sel $VO^5, 2CrO^3, 2AzH^4O$ se décompose :

$$3(VO^5, 2CrO^3, 2AzH^4O)$$
$$= 3VO^5, AzH^4O + AzH^4O, 2CrO^3 + 4(AzH^4OCrO^3).$$

Si donc on opère en présence d'un excès d'acide vanadique, celui-ci attaque le chromate neutre ainsi formé, reproduit le composé

$$VO^5, 2CrO^3, 2AzH^4O,$$

qui, de nouveau, se décompose, et ainsi de suite, jusqu'à ce qu'il ne reste plus que du bichromate d'ammoniaque. La température de l'expérience modifie donc les résultats obtenus, de telle sorte que le chromate d'ammoniaque, qui, au-dessous de 60°, se comporte comme les sels ammoniacaux du premier groupe, se range parmi ceux du second quand on opère au voisinage de 100°.

» III. *Iodate d'ammoniaque.* — Une solution bouillante d'iodate neutre d'ammoniaque transforme lentement l'acide vanadique en trivanadate, en

---

(1) Voir p. 1019 de ce Volume.

même temps qu'il se forme du biiodate d'ammoniaque; celui-ci dissout de l'acide vanadique et se range parmi les sels du premier groupe en donnant naissance au composé $2VO^5, 5IO^5, 3AzH^4O$, précédemment étudié.

» IV. *Borate d'ammoniaque*. — Il transforme, à l'ébullition, l'acide vanadique en trivanadate d'ammoniaque. Si l'on épuise l'action de l'acide vanadique, il reste une liqueur faiblement jaune, renfermant des traces de vanadium et une grande quantité d'acide borique, dont la majeure partie cristallise par refroidissement.

» V. *Acétate d'ammoniaque*. — Ce sel en solution bouillante transforme l'acide vanadique en trivanadate ammoniacal, et donne une liqueur exempte de vanadium, qui renferme de l'acétate acide d'ammoniaque.

» VI. *Vanadate d'ammoniaque*. — Une solution froide et saturée de ce sel dissout de l'acide vanadique en se colorant en rouge orangé; la liqueur filtrée évaporée dans le vide donne des cristaux de bivanadate d'ammoniaque; à chaud la réaction est la même et la dissolution de l'acide vanadique plus rapide, mais, au-dessus de 70° environ, le phénomène change d'aspect comme dans le cas du chromate, la liqueur rouge devient jaune clair, le bivanadate d'ammoniaque se décompose, et l'on n'obtient plus que des paillettes de trivanadate ammoniacal.

» Troisième groupe. — I. *Azotate d'ammoniaque*. — Une dissolution concentrée et bouillante de ce nitrate ne dissout pas trace d'acide vanadique soluble, mais elle le change en la variété peu soluble dans l'eau; même au bout de plusieurs heures d'ébullition, il ne se fait pas trace de trivanadate d'ammoniaque.

» II. *Perchlorate d'ammoniaque*. — Il se comporte identiquement comme l'azotate.

» III. *Chlorhydrate d'ammoniaque*. — Celui-ci attaque l'acide vanadique à l'ébullition, mais avec une lenteur excessive, en donnant quelques paillettes de trivanadate dont la formation, d'ailleurs, est due à une action secondaire. Une dissolution de chlorhydrate d'ammoniaque est, on le sait, faiblement dissociée, et c'est l'ammoniaque ainsi mise en liberté qui s'unit à de l'acide vanadique. Une quantité correspondante d'acide chlorhydrique est isolée en même temps et réduit un peu d'acide vanadique; aussi la liqueur filtrée, neutralisée par l'ammoniaque, donne-t-elle un léger précipité grisâtre d'un oxyde hydraté inférieur à l'acide vanadique, et d'autant plus abondant que l'ébullition a duré davantage.

» IV. *Carbonate d'ammoniaque*. — Il se conduit d'une façon toute spéciale; à froid, l'acide vanadique en dégage de l'acide carbonique et donne,

s'il est en excès, du bivanadate d'ammoniaque; mais il ne se forme que du vanadate neutre, même à chaud, quand on opère en présence d'un excès de carbonate d'ammoniaque. Il résulte, en résumé, de cette étude que les sels ammoniacaux mis en présence de l'acide vanadique peuvent agir de trois façons différentes :

» 1° L'acide vanadique est capable de s'unir avec l'acide du sel considéré; il se forme alors un sel ammoniacal d'un acide complexe. Il est à remarquer que les dissolutions de ces sels ne deviennent pas immédiatement incolores au contact d'ammoniaque en excès; elles se comportent comme les solutions rouges des vanadates acides d'ammoniaque, qui passent d'abord au jaune et ne deviennent incolores qu'au bout de quelques heures, à froid, ou après quelques instants d'ébullition. Les sels ammoniacaux acides et dissous peuvent donc exister quelque temps malgré la présence d'un excès d'ammoniaque, avant de se transformer en sels neutres. Ces différents états seront ultérieurement définis à l'aide de mesures calorimétriques.

» 2° L'acide vanadique décompose le sel ammoniacal en donnant un sel acide, et un vanadate acide d'ammoniaque (toujours le trivanadate quand on opère à l'ébullition). Il faut en conclure qu'au voisinage de 100° la chaleur de formation du trivanadate d'ammoniaque dépasse le nombre de calories qui se dégagent quand un sel ammoniacal acide du deuxième groupe se combine à l'ammoniaque pour former le sel neutre correspondant; ainsi, par exemple, elle sera supérieure à la chaleur dégagée par l'union du bisulfate d'ammoniaque dissous, avec de l'ammoniaque, pour former le sulfate neutre ammoniacal.

» 3° Enfin l'acide vanadique est sans action sur le sel ammoniacal. Le fait se présente avec les sels ammoniacaux, tels que l'azotate, qui ne donnent pas de sel acide en dissolution; la chaleur de formation du trivanadate d'ammoniaque suffisante pour déterminer la production de sels acides au cas précédent se montre ainsi inférieure au nombre, voisin de 12^{Cal}, qui représente la chaleur dégagée par l'union d'un acide et de l'ammoniaque dissous quand il se forme un sel ammoniacal neutre en dissolution. »

CHIMIE. — *Sur plusieurs silicates doubles d'alumine et de potasse ou de soude.* Note de M. **Alex. Gorgeu**, présentée par M. Friedel. (Extrait par l'auteur.)

« Le kaolin avec lequel on a obtenu ces silicates est celui qui est employé à la manufacture de Sèvres. Sa composition après dessiccation à 120° est à peu près exactement celle du silicate d'alumine hydraté

$$2SiO^2Al^2O^3, 2HO.$$

» *Action du kaolin sur les sels haloïdes alcalins.* — Un mélange intime de kaolin et de l'un des sels haloïdes employé en excès, soumis à l'action de la chaleur en présence de l'air humide jusqu'à ce que tout dégagement acide ou iodé ait cessé, laisse insoluble dans l'eau froide un résidu soluble dans les acides étendus. L'eau employée à traiter les culots pulvérisés ne dissout que l'excès non décomposé du sel haloïde. L'analyse prouve que le résidu insoluble est une combinaison de silicate double d'alumine et d'alcali avec une certaine quantité du sel employé. Les proportions d'oxygène contenues dans la silice, l'alumine et l'alcali du silicate combiné aux sels haloïdes sont entre elles comme 1 : 0,76 : 0,25 et conduisent pour ce silicate à la formule $2SiO^2Al^2O^3RO$. Cette formule est celle d'un silicate double neutre.

» Les quantités de sels combinées à ce silicate neutre ont varié de 1, 5 à 6 centièmes en présence des deux chlorures et bromures alcalins et de l'iodure de potassium. Les produits ainsi obtenus se sont toujours présentés sous la forme de grains amorphes et monoréfringents, même en employant 10 à 20 parties de sel, c'est-à-dire au sein d'une masse fondue. En faisant agir le kaolin sur 20 parties d'iodure de sodium, on peut facilement obtenir un silicate double neutre ioduré cristallisé. Cette combinaison affecte la forme de prismes biréfringents visibles au sein de l'alcool saturé d'iodure de sodium. Ils sont rapidement altérés par l'alcool et surtout par l'eau; après lavage à l'alcool, la partie insoluble retient encore $\frac{23}{100}$ d'iodure. Ce résultat prouve qu'au sein de la masse fondue le silicate neutre $2SiO^2Al^2O^3NaO$ est combiné à $\frac{1}{4}$ d'équivalent au moins d'iodure de sodium. Je ferai observer que ce silicate double présente la même composition que celui qui, dans la sodalite, est combiné à $\frac{2}{3}$ d'équivalent de chlorure de sodium.

» Toutes les combinaisons obtenues avec les sels haloïdes sont peu altérées par l'eau froide et plus notablement par l'eau bouillante; elles sont infusibles ou difficilement fusibles au rouge vif et facilement solubles dans les acides énergiques étendus de 10 à 20 volumes d'eau. Elles ne se dissolvent pas dans les solutions froides ou chaudes des alcalis caustiques ou carbonatés.

» *Action du kaolin sur les carbonates alcalins et sur les alcalis caustiques fondus.* — Le kaolin fondu avec 10 parties de carbonate de potasse ou de soude, en présence de l'air humide, donne lieu dans les deux cas à deux réactions successives qui se produisent, la première au rouge-cerise, la seconde au rouge vif, et sont accompagnées chacune d'un dégagement abondant d'acide carbonique.

» Le produit fondu de la première réaction avec le carbonate de potasse, traité par 100 parties d'eau froide, laisse insoluble un silicate double amorphe dans lequel les rapports d'oxygène entre les trois éléments constituants sont :: 1 : 0,77 : 0,23. C'est donc encore un silicate double neutre, exempt cette fois de sel haloïde. Il présente à peu près les rapports d'oxygène 1 : 0,75 : 0,25 que présente l'anorthite $2SiO^2Al^2O^3CaO$. Les propriétés de ce silicate sont les mêmes que celles du composé produit avec les sels haloïdes.

» Le mélange de kaolin et de carbonate de potasse amené lentement au rouge-orange clair et maintenu fondu à cette température jusqu'à ce que cesse tout dégagement gazeux produit un silicate double cristallisé. Le culot pulvérisé et jeté dans 100 parties d'eau froide laisse insolubles de petits octaèdres dans lesquels les rapports d'oxygène sont :: 1 : 1,4 : 0,45. Ce serait un silicate bibasique mêlé probablement à une petite quantité du silicate double neutre produit au rouge-cerise. Le silicate bibasique se présente sous la forme d'octaèdres réguliers, sans modifications. Ses cristaux sont incolores, transparents et leurs arêtes sont à peine usées.

» Le silicate obtenu avec le carbonate sodique au rouge-cerise affecte la forme de cristaux prismatiques biréfringents que l'eau altère et transforme en fragments de lamelles et en amas de grains monoréfringents. Analysée dans cet état, la partie insoluble dans l'eau présente les rapports d'oxygène 1 : 0,9 : 0,5, qui correspondent sensiblement au silicate sesquibasique $3SiO^2, 2Al^2O^3, 3NaO$.

» Le silicate produit au rouge vif se présente sous la forme de cristaux prismatiques biréfringents, très altérables par l'eau. Les rapports d'oxygène trouvés 1 : 1,4 : 0,5 sont ceux du silicate bibasique $SiO^2Al^2O^3NaO$.

A cause de l'altération profonde occasionnée par l'eau, le silicate séché dans le vide perd $\frac{10}{100}$ au rouge vif.

» Les produits de l'attaque du kaolin par 10 parties de potasse paraissent être les mêmes au-dessous du rouge sombre et au rouge-cerise; mais la quantité de la partie insoluble dans l'eau diminue à mesure que la température à laquelle on opère est plus élevée. On doit en tous cas arrêter l'opération dès que tout le kaolin est transformé en octaèdres. Le mélange fondu et pulvérisé est jeté dans 100 fois son poids d'eau froide; on recueille et on lave ensuite rapidement les cristaux, afin d'éviter qu'ils n'absorbent l'acide carbonique de l'air. Ce sont de jolis octaèdres très peu usés, incolores et transparents.

» Les rapports d'oxygène trouvés dans ce silicate sont :: 1 : 1,73 : 0,73. Ils ne présentent pas de relations simples et conduisent seulement à admettre l'existence d'un silicate double plus basique encore que le silicate obtenu avec le carbonate de potasse au rouge vif.

» L'action de la soude fondue sur le kaolin est très rapide; il ne m'a pas été possible d'obtenir un produit homogène et complètement cristallisé. Le meilleur échantillon, contenant des octaèdres très nets et biréfringents, a donné les rapports d'oxygène 1 : 0,85 : 0,65, correspondant à un silicate sesquibasique sans rapports simples entre ses éléments.

» Tous les silicates basiques obtenus avec les alcalis caustiques ou carbonatés sont solubles dans les acides étendus et insolubles dans les solutions bouillantes de carbonates alcalins, ainsi que les silicates doubles neutres. Ils se distinguent de ces derniers par leur solubilité plus ou moins rapide dans les solutions alcalines pures; ils sont, en outre, beaucoup plus altérés par l'eau bouillante. Celle-ci leur enlève de $\frac{10}{100}$ à $\frac{40}{100}$ de leur poids d'un silicate toujours plus basique que le silicate primitif.

» On a toujours employé 100 parties d'eau froide pour désagréger les culots. Ce mode d'opérer a été dicté par l'expérience. Il faut, en effet, cette proportion d'eau pour éviter que les silicates et les aluminates libres, mélangés aux silicates cristallisés dans les produits fondus, se recombinent et produisent des silicates doubles gélatineux.

» Les résultats obtenus avec le kaolin au sein des alcalis caustiques ou carbonatés expliquent de quelle manière ces derniers réactifs opèrent l'attaque des silicates d'alumine : ils les transforment en un mélange de silicate, d'aluminate et de sels doubles, tous produits solubles dans les acides étendus. »

CHIMIE. — *Sur les combinaisons du chlorure de zinc avec l'eau.* Note de M. R. Engel, présentée par M. Friedel.

« On n'a signalé qu'une seule combinaison de chlorure de zinc et d'eau, et ce composé n'a été observé que par un seul chimiste, M. Schindler. D'après cet auteur, il existe un monohydrate de chlorure de zinc; mais l'analyse qu'il a faite de ce corps cadre plutôt avec la formule

$$(ZnCl^2)^2 + 3H^2O.$$

» Ce composé n'est pas la seule combinaison définie que le chlorure de zinc forme avec l'eau. Il existe au moins trois hydrates de chlorure de zinc dont deux peuvent être obtenus en cristaux isolés et volumineux.

» 1° *Composé* $ZnCl^2 + 3H^2O$. — J'ai obtenu ce composé en refroidissant à 0° pendant vingt-quatre heures une solution aqueuse renfermant 70,5 pour 100 de chlorure de zinc. La cristallisation ne commence le plus ordinairement qu'après plusieurs heures. Au bout de vingt-quatre heures, on trouve toujours au fond du flacon des amas de beaux cristaux mesurant souvent plus d'un centimètre de côté. Ces cristaux sont fusibles vers 7°. Pour les débarrasser de leur eau mère et pour les sécher, je les ai placés sur une rondelle de porcelaine dégourdie suspendue dans un flacon à large goulot, hermétiquement bouché et au fond duquel se trouvait de l'anhydride phosphorique. Le flacon avait été préalablement refroidi à 0°, ainsi que la rondelle de porcelaine. Il fut replacé dans la glace après l'introduction des cristaux. Au bout de vingt-quatre heures, on sortit les cristaux et on les analysa.

	Trouvé		Calculé pour
	I.	II.	$ZnCl^2 + 3H^2O$.
$ZnCl^2$	71,73	71,63	71,57
H^2O (par différence).	28,27	28,37	28,43
	100,00	100,00	100,00

» Ce composé est extrêmement soluble dans l'eau à 0°. On peut déduire sa solubilité de la composition des eaux mères d'où il s'est déposé, en admettant, ce qui est infiniment probable, que ces eaux mères sont constituées par de l'eau saturée du corps $ZnCl^2 + 3H^2O$. Ces eaux mères ren-

fermaient 69,53 pour 100 de chlorure de zinc anhydre et 30,47 pour 100 d'eau, d'où l'on calcule qu'une partie d'eau dissout à 0° environ 12,5 parties de chlorure de zinc trihydraté.

» D'après ce qui précède, on voit qu'une solution aqueuse de chlorure de zinc contenant 71,6 de ce sel anhydre se prend entièrement en masse à 0° et qu'une solution ne renfermant plus que 69,53 pour 100 de chlorure de zinc ne donne plus de cristaux à cette même température. Il ne faudrait pas en conclure que, pour obtenir des cristaux de chlorure de zinc trihydraté, il faille partir d'un liquide dont la composition soit bien fixe et comprise entre 71,6 et 69,53 de chlorure de zinc. Une solution plus riche en chlorure de zinc dépose tout d'abord du chlorure trihydraté. J'ai obtenu ainsi de beaux cristaux de ce sel avec une solution contenant 74 pour 100 de chlorure de zinc. Ce n'est qu'après un séjour prolongé dans la glace qu'un semblable liquide se prend en une masse composée de plusieurs hydrates différents.

» 2° *Composé* $ZnCl^2 + 2H^2O$. — Une solution de chlorure de zinc contenant 79,9 de ce sel se prend en masse à 0°, mais après un temps fort long. En abandonnant cette masse à la température ordinaire (16°), on constate qu'elle entre peu à peu en fusion. En décantant le liquide de fusion au fur et à mesure, il reste des cristaux infusibles à la température de 16°. Deux produits différents se sont donc déposés à 0°, dont l'un est fusible au-dessous de 16°. En analysant successivement des échantillons du liquide de fusion aux divers moments de la fusion, on constate qu'ils contiennent tout d'abord 77,9 pour 100 de chlorure de zinc, puis successivement 78,6; 78,9; 78,7, etc. Le liquide de fusion a donc, sauf au premier moment, une composition constante qui répond à la formule $ZnCl^2 + 2H^2O$. Ce composé renferme, en effet, 79,07 de chlorure de zinc.

» 3° *Composé* $(ZnCl^2)^2 + 3H^2O$. — Quant aux cristaux infusibles vers 16°, on les a isolés sur une plaque de porcelaine dégourdie et séchés. Mis dans un tube de verre, on constate qu'ils fondent à la chaleur de la main. Ils ont donné à l'analyse les résultats suivants :

	Trouvé. I.	Trouvé. II.	Calculé pour $(ZnCl^2)^2 + 3H^2O$.
$ZnCl^2$	82,2	82,0	83,4
H^2O	17,8	18,0	16,6
	100,0	100,0	100,0

» On obtient ce même hydrate en cristaux volumineux, en abandonnant pendant fort longtemps une solution de chlorure de zinc sous une cloche en présence d'anhydride phosphorique.

» En résumé, il existe trois hydrates de chlorure de zinc répondant aux formules

$$\overset{\text{I.}}{ZnCl^2 + 3H^2O}, \quad \overset{\text{II.}}{ZnCl^2 + 2H^2O}, \quad \overset{\text{III.}}{(ZnCl^2)^2 + 3H^2O}.$$

» Il est intéressant de remarquer que les deux chlorhydrates de chlorure de zinc que j'ai obtenus et décrits dans une précédente Communication dérivent respectivement des hydrates I et III par le remplacement d'une molécule d'eau par une molécule d'acide chlorhydrique. Ces corps ont en effet pour formules

$$\overset{\text{I.}}{ZnCl^2 + HCl + 2H^2O} \quad \text{et} \quad \overset{\text{III.}}{(ZnCl^2)^2 + HCl + 2H^2O}.$$

» On peut les envisager comme des acides dont les chlorures doubles de zinc et d'autres métaux sont les sels. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une combinaison de l'hydrogène phosphoré avec l'hydrate de chloral.* Note de M. **J. de Girard**, présentée par M. Friedel.

« J'ai décrit ailleurs (¹) un composé, renfermant les éléments de l'hydrogène phosphoré unis à 2^{mol} de chloral anhydre, que j'avais préparé en faisant réagir sur ce dernier corps de l'iodure de phosphonium. J'ai donné à cette combinaison le nom de *dichloralphosphine*. Je me suis demandé comment se conduirait le même réactif avec l'hydrate de chloral. Si ce corps est un glycol secondaire, il devrait donner du biiodure d'éthylène trichloré par une réaction analogue à celles qui m'ont fourni des iodures alcooliques avec l'alcool, l'éther et l'oxyde d'éthylène (²), à moins que le premier effet de l'iodure de phosphonium ne consiste à le dissocier.

(¹) *Annales de Chimie et de Physique*, 6ᵉ série, t. II, p. 5.
(²) *Comptes rendus*, t. CI, p. 478.

» J'ai dissous 16^{gr} d'hydrate de chloral dans 14^{gr} d'éther à 65°, et j'y ai ajouté 8^{gr} d'iodure de phosphonium. Ce corps se dissout rapidement. J'ai obtenu ainsi un liquide incolore, très réfringent, fumant à l'air, qui, abandonné à l'évaporation spontanée sous une cloche avec de l'acide sulfurique, laisse une matière cristalline très blanche, baignée par un peu de liquide. J'ai jeté cette matière sur un filtre, l'ai lavée avec un peu d'éther, puis essorée avec soin, et j'ai achevé de la purifier par recristallisation dans l'éther.

» J'ai obtenu ainsi de petits prismes brillants, fondant à 117°-119°, et recristallisant par le refroidissement. Si on les maintient pendant quelque temps à cette température, ils perdent de l'eau, redeviennent solides et fondent de nouveau à 142°-144°, point de fusion de la dichloralphosphine. Ces cristaux, déshydratés en les chauffant à 100° dans un courant d'air sec, ne fondent plus qu'à 142°. Ils sont insolubles dans l'eau, solubles dans l'alcool, l'éther et le chloroforme. Chauffés brusquement dans un tube fermé par un bout, ils fondent d'abord, puis se volatilisent en dégageant de l'hydrogène phosphoré qui prend feu. Il reste au fond du tube un léger résidu charbonneux. Une solution concentrée de potasse les dissout avec production de chaleur et dégagement d'hydrogène. La liqueur alcaline, colorée en rouge, renferme du chlore, de l'acide formique et de l'acide hypophosphoreux.

» L'analyse de ces cristaux a fourni les résultats suivants :

	1.	2.	3.	4.	5	6.	Calcul pour $[(CCl^3CHOH)^2PhH]^2+H^2O$.
C......	»	»	14,43	14,66	»	»	14,20
H......	»	»	1,75	1,75	»	»	1,77
Ph.....	8,91	9,52	»	»	»	»	9,17
Cl......	»	»	»	»	62,45	62,92	63,01
O......	»	»	»	»	»	»	11,85
							100,00

» Ce composé est donc un hydrate de dichloralphosphine renfermant 2^{mol} de dichloralphosphine unies à 1^{mol} d'eau.

» L'hydrate de butylchloral fournit, dans les mêmes conditions, avec l'iodure de phosphonium, un corps de consistance butyreuse, tandis que la combinaison obtenue avec le butylchloral anhydre est solide et bien cristallisée.

» L'hydrate de dichloralphosphine ainsi que la dichloralphosphine ren-

ferment, d'après la formule de constitution que je leur attribue, deux hydrogènes alcooliques remplaçables par des radicaux acides. J'ai pu, en effet, opérer cette substitution. Je décrirai ici le dérivé diacétique obtenu avec l'hydrate de dichloralphosphine et le dérivé monopropionique préparé avec la dichloralphosphine.

» *Dérivé diacétique de l'hydrate de dichloralphosphine.* — Pour préparer ce corps, j'ai dissous 18gr d'hydrate de dichloralphosphine dans 20gr d'anhydride acétique. La dissolution a lieu avec dégagement de chaleur. Je l'ai complétée en chauffant la liqueur à 130°-140° dans un courant d'air sec, destiné à entraîner l'excès d'anhydride.

» Il est resté dans le ballon un liquide, au sein duquel une matière cristalline s'est déposée au bout de quelques jours. J'ai jeté cette matière sur un filtre, l'ai essorée et fait recristalliser dans l'éther.

» L'analyse de ce composé a fourni les résultats suivants :

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	Calcul pour $(C\,Cl^3—CH\,O.CO^2—CH^3)^2\,Ph\,H+H^2O$
C.......	»	»	21,60	21,82	»	»	22,27
H.......	»	»	2,41	2,28	»	»	2,55
Cl......	»	»	»	»	51,10	49,98	49,42
Ph......	7,66	7,55	»	»	»	»	7,19
O.......	»	»	»	»	»	»	18,57
							100,00

» Ce corps est une matière cristalline un peu molle, insoluble dans l'eau froide, soluble dans l'eau bouillante, soluble dans l'alcool, très soluble dans l'éther. Une solution concentrée de potasse caustique la dissout avec production de chaleur et dégagement d'hydrogène. La liqueur alcaline, évaporée à sec et reprise par l'alcool et l'acide sulfurique, donne très nettement l'odeur de l'acide acétique.

» Ce corps commence à fondre à 72°, mais la fusion n'est complète qu'à 130°; il se décompose donc en fondant.

» L'anhydride acétique donne avec la dichloralphosphine une combinaison que je n'ai pu réussir à faire cristalliser. Il est, au contraire, facile d'obtenir un corps cristallin avec l'anhydride propionique.

» *Anhydride propionique et dichloralphosphine.* — J'ai dissous 20gr de dichloralphosphine dans 8gr d'anhydride propionique, chauffés à l'ébullition. Le liquide ainsi préparé se remplit, au bout de quelques jours, d'une matière cristalline, laquelle, séparée de l'excès du liquide, essorée

et recristallisée dans l'éther, a donné à l'analyse les résultats suivants :

	1.	2.	3.	4.	Calcul pour $CCl^3CHO-(CH^3-CH^2-CO)$ / CCl^3CHOH } PhH.
C........	»	»	»	22,32	21,81
H........	»	»	»	2,64	2,33
Cl.......	54,70	54,57	»	»	55,32
Ph.......	»	»	8,21	»	8,05
O........	»	»	»	»	12,49
					100,00

» Cette matière cristalline est, comme la précédente, un peu molle. Elle est insoluble dans l'eau froide, soluble dans l'eau bouillante, soluble dans l'alcool et dans l'éther. Elle commence à fondre à 88°, mais en se décomposant, car la fusion n'est complète qu'à 150°. Elle se dissout avec production de chaleur et dégagement d'hydrogène dans une solution concentrée de potasse caustique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *De la pilocarpine.* Note de MM. **E. Hardy** et **G. Calmels**, présentée par M. Friedel.

« La pilocarpine isolée d'abord par l'un de nous a été analysée par MM. Hartnack et Meyer, qui lui ont assigné la formule $C^{11}H^{16}Az^2O^2$.

» Nous avons analysé : 1° le nitrate, livré très pur par la généralité des fabricants, obtenu en grands prismes mêlés de lamelles rhombiques par M. Genevoix, très soluble dans l'eau, beaucoup moins dans l'alcool, $AzO^3H, C^{11}H^{16}Az^2O^2$; 2° le chloroplatinate modifié, $PtCl^4(C^{11}H^{16}Az^2O^2)^2$, poudre jaune cristalline très peu soluble; 3° le chloroplatinate normal, $PtCl^6H^2(C^{11}H^{16}Az^2O^2)^2$, moyennement soluble dans l'eau, cristallisable par évaporation de sa solution chaude en un mélange de lamelles et de prismes droits quadrilatères; 4° les chloraurates au nombre de quatre, caractéristiques. La pilocarpine aqueuse ou le nitrate donnent par $AuCl^3$ en défaut un précipité cristallin de très fines aiguilles continuant encore quelque temps à se déposer ($AuCl^3C^{11}H^{16}Az^2O^2$); mais si on les ajoute inversement à un excès de $AuCl^3$, le précipité, se comportant exactement de même, forme des aiguilles microscopiques un peu plus grandes

$$(AuCl^3)^2C^{11}H^{16}Az^2O^2.$$

Ces deux corps chauffés en présence de l'eau passent facilement à l'état d'huile visqueuse; traités par HCl dilué, ils ne fixent jamais que HCl par molécule, fait moins étonnant, si l'on sait que l'azote extra-pyridique est pentatomique. Réciproquement, on peut passer par perte d'HCl, en solution bouillante, des corps suivants à ceux qui précèdent. Le monochloraurate acide $AuCl^3HCl, C^{11}H^{16}Az^2O^2$, le plus soluble de

tous, s'obtient de façon analogue avec défaut de $AuCl^3$, mais en présence de HCl, en magnifiques faisceaux d'aiguilles microscopiques; une solution chaude évaporée à 60° abandonne les mêmes faisceaux, qui acquièrent alors plusieurs centimètres de longueur. Le dichloraurate acide $(AuCl^3)^2HCl, C^{11}H^{16}Az^2O^2$, moins soluble que le précédent, s'obtient avec $AuCl^3$ en excès et HCl; il consiste en longues aiguilles microscopiques enchevêtrées, qui, abandonnées en présence de l'eau mère, se transforment en beaux prismes droits rectangulaires, visibles à l'œil nu. (Signalé par MM. Hartnack et Meyer). 5° Les chloromercurates formés de fines aiguilles sont particulièrement solubles dans les acides; 6° le chlorhydrate offre une masse gommeuse; 7° la pilocarpine elle-même est une masse visqueuse, très soluble dans l'alcool et l'eau dont la sépare une quantité relativement faible de CO^3K^2, peu soluble dans l'éther et le chloroforme à froid, beaucoup mieux à chaud, soluble intégralement dans ces dissolvants alcoolisés.

» La pilocarpine n'attaque les carbonates ni à froid ni à chaud, mais elle forme avec les alcalis caustiques des combinaisons détruites par CO^2. Ces combinaisons, passées inaperçues, se forment par addition du type H^2O et démontrent, dès lors, dans la pilocarpine l'existence d'un $COOH^2$ à l'état d'anhydride interne. L'acide pilocarpique libre serait $C^{11}H^{18}Az^2O^3$, mais n'existe pas normalement. Ces combinaisons gommeuses à l'état humide, vernis transparent à l'état sec, sont très solubles dans l'eau et l'alcool à 90°, très peu solubles dans l'alcool absolu. A une solution de nitrate pesé sec et pur, on ajoute, par molécule, $Ba(OH)^2$ en solution titrée. Concentrée à l'état de masse gommeuse, et à l'abri de CO^2, la solution cède à l'alcool absolu le sel, pourvu qu'on n'ait pas toutefois poussé la concentration jusqu'à l'état de vernis cassant. Les sels de potassium et de sodium s'obtiennent au moyen du sel précédent et des sulfates de ces derniers métaux. Additionné d'un sel de cuivre, le sel de baryum donne lentement une poudre verte peu soluble, soluble avec coloration bleue dans un excès de sel alcalin $(C^{11}H^{17}Az^2O^3)^2Cu$. Additionnée de AzO^3Ag, la liqueur se prend brusquement en une masse caséeuse $(C^{11}H^{17}Az^2O^3Ag)$. La pilocarpine libre, additionnée d'un défaut d'AzO^3Ag, donne par concentration à la trompe des gouttes huileuses qui, au bout d'un temps assez long, cristallisent en radiations très fines d'aiguilles microscopiques $(AzO^3Ag, C^{11}H^{16}Az^2O^2)$. Si AzO^3Ag est en excès, la liqueur concentrée de même donne d'emblée un magma volumineux de fines aiguilles entrelacées

$$(AzO^3Ag)^2, C^{11}H^{16}Az^2O^2.$$

» Nous avons établi pour la pilocarpine la constitution suivante :

$$(C^5H^4Az)_\beta - C \begin{array}{l} \diagup CO\,O \\ \\ \diagdown CH^3 \end{array} \!\!\! - Az \begin{array}{l} \diagup CH^3 \\ - CH^3, \\ \diagdown CH^3 \end{array}$$

formule qui montre qu'une moitié de la molécule est bétaïne et l'autre pyridine. La démonstration, reposant sur l'étude régulière et systématique, ainsi que sur la synthèse obtenue, prendra sa place à la suite de ce travail.

» *Pilocarpidine.* — M. Parodi, étudiant les eaux mères de préparation de la pilocarpine, distingua le premier un nouvel alcaloïde auquel il donna le nom de *jaborandine* $(C^{10}H^{12}Az^2O^3)$; il s'est assuré que ce corps

préexiste dans le jaborandi. M. Chastaing dit avoir reproduit le même corps au moyen de l'acide azotique fumant sur la pilocarpine; fait singulier, il le reproduit encore avec HCl fumant, ce qu'il explique par l'intervention de l'oxygène de l'air. M. Hartnack, dans un récent travail, a revu dans les eaux mères l'alcaloïde de Parodi (jaboridine) et un alcaloïde en $C^{10}H^{14}Az^2O^2$ (pilocarpidine). Nous déclarons n'avoir jamais reproduit d'alcaloïde en $C^{10}H^{12}Az^2O^3$ par l'action de AzO^3H ou HCl fumant sur la pilocarpine, mais toujours la pilocarpidine en $C^{10}H^{14}Az^2O^2$, très peu oxydable, inattaquable par AzO^3H fumant, contenant H^2O dans les sels décrits précisément par M. Chastaing. La pilocarpidine des eaux mères de préparation est un produit d'altération de la pilocarpine, étant donnée la facile transformation de cette dernière; pour nous, elle ne doit pas primitivement exister dans la plante. La transformation a été observée :

» 1° En évaporant la pilocarpine avec l'acide azotique fumant, ou avec HCl fumant; 2° en faisant bouillir au réfrigérant ascendant la pilocarpine en solution chlorhydrique faible; 3° en maintenant à 120° pendant vingt-quatre heures consécutives la pilocarpine sèche et pure; 4° en faisant bouillir au réfrigérant ascendant pendant douze heures consécutives le pilocarpate de baryum; 5° en faisant bouillir au réfrigérant ascendant pendant quarante-huit heures consécutives la pilocarpine pure et libre en solution aqueuse; 6° en chauffant dans une cornue le pilocarpate de baryum pur et sec jusqu'à 150°, et le maintenant à cette température une demi-heure au plus. De ces six opérations, qui donnent également bien la pilocarpidine, la cinquième et la sixième sont remarquables : la cinquième, en raison du dédoublement partiel qui s'établit en triméthylamine et acide β pyridine α lactique; la sixième, parce qu'elle permet de caractériser l'alcool méthylique qui passe avec l'eau vers 150°, le tout suivant l'équation

$$C^{11}H^{16}Az^2O^2 + H^2O = C^{10}H^{14}Az^2O^2 + CH^3OH.$$

» Les sels basiques sont exactement semblables à ceux de pilocarpine, décomposables comme eux par CO^2, gommeux, solubles dans l'eau et l'alcool à 90°, insolubles à l'état sec dans l'alcool absolu. Le sel de cuivre est un précipité vert se formant lentement. Le sel d'argent se dépose très lentement d'une solution de pilocarpidine barytique, mélangée de AzO^3Ag, sous la forme de magnifiques étoiles nacrées, formées au microscope de petites aiguilles groupées concentriquement. Ce corps, répondant à $C^{10}H^{13}Az^2O^2Ag$, est caractéristique.

» Le chlorhydrate est très soluble dans l'eau et cristallise mal dans ce dernier liquide, s'il est acidulé. Une fois sec, il se dissout seulement dans l'alcool bouillant. C'est une masse gommeuse, se prenant lentement à 60° en belles écailles, affectant une disposition rayonnée, ayant une structure prismatique. Une dessiccation complète peut lui faire perdre $H^2O(C^{10}H^{17}Az^2O^3Cl)$. Le chlorhydrate introduit goutte à goutte dans un excès de $AuCl^3$ et de HCl ne donne pas de précipité, fait que paraît avoir vu dernièrement M. Hartnack; mais, évaporée lentement, la solution donne de beaux prismes droits rectangulaires, groupés en pinceaux, $AuCl^3HCl, C^{10}H^{14}Az^2O^2 + H^2O$. $AuCl^3$, introduit, au contraire, dans une solution de chlorhydrate, donne des flocons de fines aiguilles

microscopiques entrelacées, de même formule. Étant donné un mélange de pilocarpine et de pilocarpidine, on les sépare en versant le mélange dans un grand excès de chlorure d'or, faiblement acidulé, et l'on filtre. La pilocarpidine passe tout entière avec peu de pilocarpine. $AuCl^3$ donne dans la pilocarpidine un précipité amorphe très peu soluble; dans un excès de $AuCl^3$, la pilocarpidine donne un précipité mettant plusieurs jours à se former, composé de très fins bouquets d'aiguilles cristallines. Le refroidissement d'une solution chaude donne, au contraire, de petites lamelles jaune foncé, fusibles à 144°-145°. Tous ces corps répondent à $AuCl^3$, $C^{10}H^{14}Az^2O^2$. Le chloroplatinate modifié est une poudre amorphe. Le chloroplatinate a des aspects multiples. $PtCl^4$ introduit dans le chlorhydrate de pilocarpidine donne des paillettes jaunes, légères, lamelles rhombiques. Ces lamelles sont nettes et groupées concentriquement si le chlorhydrate est introduit dans un excès de $PtCl^4$. Une solution chlorhydrique chaude de ce sel donne par concentration de petits prismes quadrilatères. Repris à chaud par une grande quantité d'eau froide, le sel se dissout et se dépose, si la cristallisation se fait à la température ordinaire, en grandes lamelles jaunes, légères comme la naphtaline. Si la cristallisation se fait à chaud, on n'a plus un corps répondant à la formule

$$PtCl^6H^2(C^{10}H^{14}Az^2O^2)^2 + 2H^2O,$$

comme tous les corps précédents, mais bien de petits prismes rouge vif, mal formés,

$$PtCl^6H^2(C^{10}H^{14}Az^2O^2)^2 + H^2O.$$

Les grandes lames signalées plus haut rougissent par la chaleur et donnent la deuxième modification.

» La pilocarpidine a pour formule

$$(C^5H^4Az)_\beta - C\begin{cases} COOH \\ \\ CH^3 \end{cases} - Az\begin{cases} CH^3 \\ CH^3 \end{cases}. »$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur la composition de la carotine, sa fonction chimique et sa formule.* Note de M. A. **Arnaud**, présentée par M. Chevreul.

« Dans un Mémoire précédent ([1]), j'ai démontré l'identité de la carotine de la carotte avec la matière cristallisée rouge orangé, que j'ai extraite des feuilles des végétaux en général, sans distinction de famille; cette matière colorante existe également dans un grand nombre de fruits, notamment dans la tomate; sa présence est donc constante et, pour ainsi dire, universelle dans les différents organes des végétaux : racines, feuilles et fruits. J'ai cru, en conséquence, qu'il y avait intérêt à en reprendre l'étude

([1]) *Comptes rendus*, séance du 9 mars 1885.

au point de vue chimique, d'autant plus que, lors de ma première Communication à ce sujet, n'ayant pas à ce moment les matériaux nécessaires, j'ai cité, sans avoir pu la vérifier, la composition attribuée par Husemann à la carotine [1]; depuis j'ai traité 500^{kg} à 600^{kg} de carottes, et j'en ai extrait la quantité de substance indispensable pour une semblable étude.

» Pour extraire la carotine, les carottes sont râpées, puis soumises à une forte pression, afin d'en extraire le jus qui entraîne à l'état d'émulsion la majeure partie de la carotine; on ajoute au jus une solution d'acétate de plomb qui précipite la matière colorante en formant une sorte de laque, que l'on sèche dans le vide et que l'on épuise par le sulfure de carbone; on enlève ce dissolvant par une distillation rapide, puis le résidu est lavé méthodiquement par du pétrole léger froid qui dissout différentes substances et particulièrement les huiles, laissant la carotine presque pure et à l'état cristallin; quant à la pulpe séparée du jus par pression, on la sèche et on la traite par les mêmes dissolvants. Ce traitement est assez rapide, malheureusement le rendement en carotine est très faible : environ 3^{gr} pour 100^{kg} de carottes, et encore seules les grosses carottes dites de conserve donnent un pareil rendement.

» Pour purifier la carotine ainsi obtenue, il faut la dissoudre dans très peu de sulfure de carbone et la précipiter en ajoutant un grand excès d'alcool absolu, la dissoudre de nouveau dans la benzine à froid et laisser évaporer spontanément : on sépare les cristaux nettement formés, on les lave à l'alcool absolu froid et on les sèche dans le vide.

» La carotine s'oxyde à l'air, même à la température ordinaire et surtout vers 70°; en solution, cette oxydation devient excessivement rapide : j'ai fait plusieurs expériences à ce sujet. Je vais citer l'une d'entre elles : un poids déterminé de carotine (0,314) a été maintenu à l'étuve à 70° pendant soixante-douze heures, c'est-à-dire jusqu'à ce qu'il n'y eût plus augmentation de poids; dès les premières, la coloration bleue de la carotine passe au violet, puis finit par devenir rouge-brique; à la fin de l'expérience, le poids de la carotine avait alors augmenté de 0,065, soit 21 pour 100 d'oxygène fixé. Ce produit oxydé ne possède plus les propriétés de la carotine : ainsi il est très soluble dans l'alcool froid, et très peu dans le sulfure de carbone; sa solution dans l'alcool est jaune clair et, par évaporation de ce dissolvant, on ne l'obtient pas à l'état cristallisé : il fond à 125°. J'en ai fait l'analyse élémentaire; voici les résultats :

	I.	II.
Carbone	70,20	69,90
Hydrogène	8,60	8,55
Oxygène	21,20	21,65

» N'ayant pu obtenir ce composé cristallisé, et surtout ayant constaté

[1] Husemann, *Ann. der Chem. und Pharm.*, t. CXVII, et *Dict. chim.* de Wurtz.

qu'après quelques mois il passait du rouge-brique au blanc, subissant ainsi une nouvelle altération, je n'ai pas attaché d'importance à sa composition élémentaire; mais, d'après ce qui précède, il est facile de se rendre compte de la grande difficulté d'obtenir la carotine pure sans traces d'oxydation, et cela malgré les plus grandes précautions prises pendant les manipulations. J'ai fait de nombreuses analyses élémentaires de la carotine; celles pratiquées immédiatement après la préparation m'ont seules donné des résultats satisfaisants; les voici :

	I.	II.	III.
Carbone	88,55	88,75	88,70
Hydrogène	10,59	10,67	10,62

» Ainsi qu'il est facile de le voir par ces nombres, la carotine est un carbure d'hydrogène et non un composé oxygéné; car la petite quantité d'oxygène trouvé par différence dans ces analyses s'explique, en premier lieu, par la grande oxydabilité de la carotine, et aussi parce qu'elle rentre dans les limites des erreurs possibles de l'analyse élémentaire; du reste, l'analyse du dérivé iodé de la carotine, beaucoup plus stable et non oxydable, va fournir la preuve de ce que j'avance ici. J'ai tout d'abord cherché à préparer les dérivés chlorés et bromés, mais je n'ai pu les obtenir cristallisés; au contraire, le dérivé iodé se forme très facilement, en prenant une dissolution de carotine dans la benzine bien sèche, et en y ajoutant peu à peu des cristaux d'iode, mais il est essentiel de maintenir toujours un excès de carotine, il se précipite immédiatement une combinaison cristallisée très peu soluble dans la benzine; les cristaux recueillis sont lavés à l'éther anhydre et séchés dans le vide; ils sont d'un vert foncé avec reflets cuivrés. Je les ai analysés; voici les quantités respectives des divers éléments :

	I.	II.
Carbone	51,62	51,69
Hydrogène	6,20	6,25
Iode	41,53	41,71

» De ces résultats et des précédents, je conclus que la carotine est un carbure d'hydrogène, non saturé, répondant à la formule $C^{26}H^{38}$ et que le dérivé iodé en est le diiodure $C^{26}H^{38}I^2$: la comparaison des nombres trouvés par l'analyse avec ceux donnés par le calcul est très satisfaisante, ainsi qu'on peut s'en rendre compte :

Pour $C^{26}H^{38}$.	Calculé.	Trouvé.
Carbone	89,14	88,7
Hydrogène	10,86	10,6

Pour $C^{26}H^{38}I^2$.	Calculé.	Trouvé.
Carbone	51,7	51,6
Hydrogène	6,3	6,2
Iode	41,9	41,6

» D'un autre côté, il m'est bien facile de réfuter et de rendre compte des formules erronées admises par Husemann qui n'a eu entre les mains que de la carotine déjà oxydée contenant plus de 6 pour 100 d'oxygène, comme l'indique la formule qu'il en donne et qui exige :

Carbone	84,37
Hydrogène	9,38
Oxygène	6,25

» Quant au dérivé chloré blanc obtenu au moyen de l'eau de chlore sur la carotine, il est évident que cette action, ayant lieu en présence de l'eau, doit produire une oxydation avant la fixation du chlore; la formule donnée par Husemann le prouve clairement.

» La carotine $C^{26}H^{38}$ est un carbure d'hydrogène que je propose d'appeler *carotène;* il cristallise en lames rhombiques, douées de l'éclat métallique, bleues par réflexion et rouge orangé par transparence. Le carotène fixe l'oxygène, le chlore, le brome et l'iode avec facilité; il se décompose dans le vide au-dessus de 300° en donnant naissance à un liquide visqueux incolore.

» J'ai donné précédemment les principales propriétés du carotène, je n'y reviendrai pas. Je signale de nouveau la réaction caractéristique de l'acide sulfurique qui le dissout en se colorant en bleu indigo intense.

» En faisant ces recherches, j'ai été amené à préparer le composé décrit par Husemann, sous le nom d'*hydrocarotine;* or j'ai reconnu que cette prétendue hydrocarotine n'était en réalité que la cholestérine des végétaux, $C^{26}H^{44}O, H^2O$. Ce nouveau travail fera l'objet d'une prochaine Communication. »

GÉOLOGIE. — *Remarques sur les bilobites.* Note de M. **Stan. Meunier.**

« Au moment où paraît le bel Ouvrage dans lequel M. Delgado [1] exprime de nouveau, à la suite de M. de Saporta, l'opinion que les bilobites, où M. Nathorst ne voit que des empreintes animales, sont réellement des algues fossiles, il me paraît indiqué de présenter quelques observations sur ces vestiges intéressants.

---

[1] *Étude sur les bilobites;* Lisbonne, 1886.

» Il convient d'abord de rappeler que les bilobites sont bien éloignées d'être strictement localisées dans le terrain silurien. Sans parler ici des pseudo-bilobites crétacées de M. Ch. Barrois ([1]), qui n'ont que des rapports très éloignés avec la question, je fais allusion aux bilobites secondaires véritables comme on en recueille en abondance dans les assises kimméridiennes d'Equihen (Pas-de-Calais). Une excursion récente m'a fourni un certain nombre de faits dont quelques-uns concernent l'origine des bilobites.

» Grâce à la démolition de la falaise par la mer, des bancs de grès et de calcaires gréseux bleus et roux, débarrassés des marnes à *O. virgula* qui alternaient avec eux, exposent à la vue des surfaces très larges. En une certaine région, située précisément sous les maisons du village, et qui n'a certainement pas plus de 100^m de longueur, les bilobites sont très communes. Elles cessent d'ailleurs tout à coup; plus près du Portel, je n'en ai pas rencontré une seule. En les examinant, on est frappé de leur analogie évidente avec les *Cruziana* de Bagnoles (Orne), dont, pour le dire incidemment, le Muséum doit depuis peu de temps une belle série à M. le professeur Des Cloizeaux. Cette analogie ressort aussi bien de leurs caractères propres que de leur association avec une foule d'accidents de la surface des grès.

» Elles ont, avec une longueur indéterminée, une largeur moyenne de 7^{mm} environ. Les deux lobes, égaux entre eux, profondément séparés par un sillon médian, présentent des stries obliques, d'ailleurs moins nettes que chez les vestiges siluriens : ce qui tient, sans doute, à la nature plus grossière de la roche. Les bilobites d'Equihen s'entre-croisent souvent, passant les unes par-dessus les autres, sans se modifier d'ailleurs à leur contact mutuel, et simulant parfois des dichotomies.

» Avec elles, sont des traînées variées plus ou moins mal définies, des pustules, des amandes pierreuses toutes semblables à celles de Bagnoles, et, en divers points, la roche, comme dans l'Orne, est perpendiculairement lardée de nombreux corps cylindriques qu'on ne saurait distinguer des *Tigillites* primaires.

» Je n'ai pas qualité pour prendre parti dans la discussion que M. de Saporta et M. Delgado soutiennent contre M. Nathorst et ses très nombreux partisans. Cependant les plaques que je viens d'étudier, les unes siluriennes

---

([1]) *Recherches sur les terrains anciens des Asturies;* Lille, 1882.

de Bagnoles, les autres kimméridiennes d'Equihen, me paraissent offrir quelques détails qui n'ont pas suffisamment fixé l'attention.

» Par exemple, après avoir rappelé la définition courante des bilobites qui seraient « toujours des moules faisant saillie à la surface des bancs de » grès », M. de Saporta (¹) se borne à dire que le « pas-de-bœuf » est un moule en creux de bilobites. Je puis ajouter que l'une des plaques de M. Des Cloizeaux, comme plusieurs de celles que je viens de rapporter du Pas-de-Calais, présentent en creux les Cruzianas minces et allongées avec leurs caractères les plus nets. Il y a plus : une même plaque montre côte à côte le relief et le creux, et j'avoue ne pas comprendre comment cette coexistence peut s'expliquer dans l'opinion de M. Nathorst.

» En second lieu, à la page 55 de son récent Volume, M. Delgado écrit en note : « Je ne considère pas comme prouvé que les bilobites se pré« sentent *toujours* à la face inférieure des strates. » Mais il ne donne pas de preuves du contraire; or, des plaquettes du Boulonnais ont de vraies bilobites sur les deux faces. De plus, l'une d'elles offre des particularités de nature à faire penser que c'est à la *face supérieure* du banc que se trouvent les bilobites les plus saillantes et les plus caractérisées : on y voit, en effet, un de ces entonnoirs que des annélides creusent si souvent et élargissent en faisant osciller au-dessus du sable la portion antérieure de leur corps. Or l'évasement de l'entonnoir, c'est-à-dire le *haut* de l'entonnoir, est du côté de la plaque où les bilobites sont en relief. Parmi les faits qui paraissent concorder avec les précédents, je mentionnerai encore des rides très nettes du grès qui, sur un fragment, rappellent celles que le sable constitue quand l'eau, en s'écoulant sur la plage, est déviée par un corps en relief, coquille ou algue.

» Je ne crois pas que, en face des splendides reproductions et des descriptions détaillées dont les bilobites siluriennes ont été l'objet, leur congénère jurassique ait donné lieu à aucune étude. Sans que sa signification réelle soit pour cela préjugée, il est utile, pour faciliter les comparaisons, de lui imposer une dénomination définie. Ce sera *Cruziana Boursaulti;* j'appellerai *Tigillites Derennesi* les intéressants vestiges cylindriques qui l'accompagnent. »

(¹) *A propos des algues fossiles*, p. 56; 1882.

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Caractéristiques de la tige des Poroxylons (Gymnospermes fossiles de l'époque houillère).* Note de MM. **C.-Eg. Bertrand** et **B. Renault**, présentée par M. Duchartre.

« Les Poroxylons sont des végétaux fossiles à structure conservée qui n'ont été rencontrés jusqu'ici que dans les rognons siliceux provenant de la destruction des couches supérieures des terrains permo-carbonifères des environs d'Autun et de Grand'Croix, près Saint-Étienne. Comme ces végétaux ne sont encore connus que par les observations que l'un de nous a publiées sur ce sujet et qu'il a été possible, dans ces derniers temps, de compléter ces premières indications, nous soumettons à l'Académie les conclusions de nos recherches sur la tige de ces plantes.

» 1° La section intranodale médiane d'une tige moyenne de *Poroxylon* rencontre au moins treize faisceaux disposés sur un seul rang autour d'une moelle centrale.

» 2° Le faisceau sortant dans la seconde feuille est placé à gauche du faisceau sortant dans la première ([1]).

» 3° Le cycle de la tige est $\frac{5}{13}$ sénestre ([2]).

» 4° La feuille des Poroxylons ne reçoit de la tige qu'un seul faisceau.

» 5° Les branches latérales de la tige sont axillaires. Chaque feuille moyenne présentait ou pouvait présenter dans son aisselle une branche axillaire dont l'axe est contenu dans le plan de symétrie de la feuille ([3]).

» 6° L'insertion des tissus libéro-ligneux des branches axillaires est localisée sur les bords libres des faisceaux qui comprennent entre eux le faisceau sortant dans la feuille 1, c'est-à-dire sur les bords libres des faisceaux de la neuvième et de la quatorzième feuille ([4]).

» 7° D'un entre-nœud à l'entre-nœud suivant, chaque faisceau avance d'une unité, c'est-à-dire qu'il joue dans l'entre-nœud supérieur le rôle que le faisceau précédent remplissait dans l'entre-nœud inférieur. A cet effet,

---

([1]) Nous appellerons *première feuille* celle que porte le nœud qui termine l'entre-nœud où la section médiane a été pratiquée, et *seconde feuille* celle de l'entre-nœud suivant.

([2]) L'angle mesuré est de 138°; l'angle théorique est de 138° 46′.

([3]) Les bourgeons axillaires des feuilles pérulaires ne se développaient pas.

([4]) Dans les branches très grêles, cette insertion était localisée sur les bords des faisceaux de la quatrième et de la sixième feuille.

il prend la même structure et les mêmes rapports. Ainsi le faisceau 3 de l'entre-nœud 1 devient le faisceau 2 de l'entre-nœud 2. En traversant le nœud 1, le faisceau 3 prend la structure et les rapports du faisceau 2.

» 8° Tous les faisceaux de la tige jouent donc successivement le même rôle; c'est ainsi qu'ils sortent un à un dans les feuilles. Toutes les feuilles reçoivent un faisceau.

» 9° Il n'y a pas de faisceaux exclusivement foliaires ni de faisceaux exclusivement réparateurs. Tous les faisceaux sont foliaires dans une partie de leur course; plus bas, ils jouent le rôle de faisceaux réparateurs.

» 10° Les tiges des Poroxylons appartiennent à la catégorie des tiges hélicoïdales à faisceaux d'une seule espèce. Leurs faisceaux sont unipolaires et diploxylés. Dans les tiges moyennes, les faisceaux se poursuivent jusqu'à 14 entre-nœuds de leur sortie.

» 11° Les masses ligneuses centripètes ne convergent pas au centre de la tige, même dans les tiges grêles. Là où il est très épais, le bois centripète est caractérisé par des vaisseaux aréolés. Les productions ligneuses centripètes ne sont pas distribuées au hasard, elles sont localisées dans les faisceaux sortants. On les suit pendant 7 à 8 entre-nœuds dans les tiges moyennes, pendant 11 entre-nœuds dans les grosses tiges, et seulement pendant 4 à 5 entre-nœuds dans les tiges grêles. Le bois centripète des faisceaux de la tige est le prolongement direct du bois centripète des faisceaux des feuilles. Ce tissu occupe toujours la même place entre le pôle et le bord antérieur du faisceau.

» 12° Le bois centrifuge consiste en larges fibres dont les faces radiales sont couvertes de ponctuations aréolées en files contiguës, alors que leurs faces tangentielles sont lisses.

» 13° Les rayons ligneux sont étroits, très étendus verticalement.

» 14° Le liber très régulier consiste, entre les rayons libériens, en une alternance de cellules parenchymateuses et de cellules grillagées dont les grillages rappellent beaucoup ceux des *Encephalartos*. Chaque cellule parenchymateuse dérive d'une cellule cambiale recloisonnée transversalement. Les cellules grillagées d'un même groupe dérivent d'une cellule cambiale recloisonnée radialement une ou plus rarement deux et trois fois.

» 15° La surface de la tige parvenue à la troisième période de végétation est formée par une nappe de tissu fondamental secondaire avec canaux gommeux revêtue extérieurement par une couche subéreuse. Tissu fonda-

mental et liège proviennent d'une même zone cambiforme à double fonctionnement.

» 16° Chez le *Poroxylon Edwarsii* la première lame de décortication apparaissait à la limite du tissu fondamental et du liber primaires. Les lames subéreuses suivantes entaillaient le liber sous la forme d'arcs à concavité externe.

» 17° Lors de la sortie du faisceau 1, le faisceau 14, qui provient de la gauche du faisceau 6, s'isole de 6, se dirige vers la gauche, vient toucher le faisceau 9 et remplace le faisceau 1.

» 18° Les cinq premiers faisceaux sortant d'une tige moyenne sont facilement reconnaissables sur la section médiane de l'entre-nœud 1. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Influence de l'abstinence, du travail musculaire et de l'air comprimé sur les variations de la toxicité urinaire.* Note de M. **Ch. Bouchard**, présentée par M. Charcot.

« Dans une précédente Note, j'ai établi que la toxicité des urines de la veille et celle des urines du sommeil diffèrent comme qualité et comme intensité. J'ai indiqué les raisons qui me font admettre que ces différences ne dépendent pas de l'alimentation, ni des heures des repas, et j'ai démontré qu'elles ne sont pas en rapport avec les quantités de la potasse éliminée. Je me propose aujourd'hui de compléter la démonstration et de déterminer quelques autres circonstances qui, dans l'état physiologique, augmentent ou diminuent la toxicité des urines.

» J'ai d'abord institué une série d'expériences qui permettent d'étudier les variations de la toxicité urinaire aux différentes heures de la journée, sans que ces différences soient en aucune façon imputables à l'alimentation. Je divise la journée de vingt-quatre heures en trois périodes de huit heures, dont l'une est consacrée au sommeil, et je fais prendre, au début de chaque période, un repas toujours identiquement le même, comme nature et comme poids des aliments et des boissons. La toxicité des urines de chaque période devant être influencée de la même façon par l'alimentation, on pourra négliger le rôle des poisons d'origine alimentaire dans l'estimation des variations de la toxicité totale des urines sécrétées dans chacune de ces périodes. J'avais établi précédemment que la toxicité urinaire totale de ces trois périodes, sommeil, veille matinale, veille vespérale, peut être indiquée, en moyenne, par les nombres 3, 7, 5. Dans cette seconde série d'expériences

où les variations de la toxicité ne sont plus influencées par l'alimentation, les rapports sont comme les nombres 3; 7,5; 5,5; c'est-à-dire sensiblement les mêmes. L'augmentation de la production et de l'élimination du poison commence encore à l'instant où l'homme s'endort; la diminution de l'élimination commence au milieu de la période de veille.

» Si l'alimentation n'influence pas les variations de la toxicité urinaire pendant la veille et pendant le sommeil, il y avait lieu de se demander quelle modification pourrait résulter de l'abstinence. J'ai supprimé le repas du début de l'une des périodes de huit heures, la période de sommeil, et j'ai comparé la toxicité totale des urines sécrétées pendant cette période où l'homme était en abstinence à la toxicité des urines sécrétées par le même individu, pendant la même période, alors qu'il avait reçu sa ration régulière. Je suis arrivé à ce résultat, qui semble, de prime abord, paradoxal : l'abstinence augmente de moitié la toxicité urinaire. Au lieu d'être représentée par 3, la toxicité, par le fait de l'abstinence, devient 4,5; les extrêmes ont été 4,2 et 5,0. Cet accroissement de la toxicité pendant l'abstinence ne peut évidemment pas être attribuée à une augmentation des matières minérales qui sont, au contraire, en défaut; il m'a paru qu'elle pourrait s'expliquer par la surabondance des matières organiques incomplètement oxydées qui caractérise les urines de l'abstinence. Ce dernier fait s'interprète facilement : l'homme réduit à vivre aux dépens de sa propre substance détruit plus difficilement et plus incomplètement la matière vivante; tandis que, dans les conditions de l'alimentation normale, il brûle plus facilement et plus complètement la matière circulante.

» Si la toxicité plus grande des urines sécrétées pendant l'abstinence peut s'expliquer par une entrave apportée aux oxydations, la même interprétation est applicable à l'augmentation de la toxicité pendant le sommeil, lequel s'accompagne d'une moindre consommation d'oxygène. Inversement, on pourrait expliquer par l'activité du jour la rapide diminution de la toxicité de la seconde moitié de la période de veille, pendant laquelle l'oxygène est consommé en plus grande quantité. Il convenait de vérifier cette hypothèse par une expérience directe.

» Chez un homme dont j'avais déterminé à diverses reprises la toxicité de la veille et du sommeil, dans les conditions habituelles de son existence sédentaire à la ville, j'ai cherché ce que devenait cette toxicité sous l'influence d'une journée de grande activité corporelle, à la campagne, en plein air.

» Je suis arrivé aux résultats suivants : le travail musculaire au grand

air supprime 30 pour 100 de la toxicité totale des urines émises en vingt-quatre heures. Il supprime 27 pour 100 de la toxicité de la veille, et son influence s'étend même à la période de sommeil qui succède au travail, en faisant perdre aux urines de ce sommeil 40 pour 100 de leur toxicité.

» Les causes qui influencent la toxicité urinaire peuvent donc agir pendant la durée de leur application et encore pendant une longue période de temps après qu'elles ont cessé d'exister. C'est pour cette raison, sans doute, que la veille matinale est plus toxique que le sommeil et que le sommeil est moins toxique que la veille vespérale.

» Dans ces cinq conditions physiologiques : alimentation normale, abstinence, sommeil, veille au repos, veille en activité musculaire, les variations de la toxicité me semblent dépendre surtout de l'intensité plus ou moins grande des oxydations.

» A ce point de vue, il était désirable de savoir ce que devient la toxicité quand une plus grande quantité d'oxygène est mise à la disposition de l'organisme. J'ai expérimenté sur l'homme sain dont j'avais estimé la toxicité pendant les journées précédentes, par périodes de quatre heures, et chez lequel j'avais institué une alimentation uniforme répétée six fois par jour, à intervalles égaux, de manière à supprimer toute influence des repas sur les variations de la toxicité. Pendant les quatre heures qu'il a passées dans la cloche sous une pression de 116^{cm}, la toxicité a diminué de 43 pour 100. Pendant les douze heures qui ont suivi la décompression, la toxicité a diminué encore : elle a été de 66 pour 100 inférieure à la toxicité de la période correspondante de la journée précédente. A ce moment, la toxicité a augmenté et, dans les huit heures suivantes, elle a dépassé de 33 pour 100 la toxicité de la période correspondante du jour précédent. »

M. **J. Réveille** transmet à l'Académie, par l'entremise de M. Faye, la Communication qui lui a été adressée par M. *L. Aubouy* sur l'observation d'un bolide, à bord du steamer *l'Algérie*, dans le golfe de Smyrne.

« A $5^h 30^m$ nous sortons du détroit de Scio, et nous entrons dans le golfe de Smyrne. A $7^h 30^m$ le temps est très obscur ; nos relèvements nous placent par 38° 35′ 30″ de latitude N., et 24° 21′ de longitude E. Nous apercevons uu bolide très brillant dans la direction du Nord 23° E. vrai. La chute a duré de cinq à six secondes au maximum et s'est terminée par un fort éclat qui a ébloui tous les passagers se trouvant sur le pont. Le bruit de l'éclatement du bolide s'est confondu avec celui du choc à la surface de

l'eau. On peut estimer à environ 1800^m de l'arrière du bord la distance à laquelle la chute a eu lieu. »

M. **Chapel** appelle l'attention de l'Académie sur ce que les troubles météorologiques exceptionnels qui viennent d'affecter simultanément les deux continents ont coïncidé avec la période dite des « saints de glace » (11, 12 et 13 mai).

M. **Garreau** adresse un Mémoire portant pour titre : « Des attractions moléculaires que les gaz chimiquement inertes exercent entre eux et de leurs effets comme agents de dissociation. »

M. **Ch. Degagny** adresse une Note intitulée : « Histogénie des cellules. Diffusion des matières chromatiques nucléaires à travers les substances à cohésion uniforme dans le tonneau. »

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Mécanique, par l'organe de son doyen, M. Phillips, présente la liste suivante de candidats à la place laissée vacante dans son sein par le décès de M. *de Saint-Venant* :

En première ligne.	M. **Léauté**.
En deuxième ligne.	M. **Sarrau**.
En troisième ligne.	M. **Sebert**.
En quatrième ligne.	M. **Hugoniot**.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures 30. A. V.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 MAI 1886.

PRÉSIDENCE DE M. JURIEN DE LA GRAVIÈRE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse une ampliation du Décret par lequel M. le Président de la République approuve l'élection que l'Académie a faite de M. *Bornet*, pour remplir, dans la Section de Botanique, la place laissée vacante par le décès de M. *Tulasne*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Bornet** prend place parmi ses Confrères.

BOTANIQUE. — *Ordre d'apparition des premiers vaisseaux dans les feuilles de Crucifères. Formation mixte* (5e Partie); par M. **A. Trécul**.

« J'ai dit à la page 575 de ce Volume que les dents ou les lobes primaires des feuilles du type de *formation mixte* que présentent certaines Crucifères apparaissent sur chaque côté des jeunes feuilles en deux séries superposées : une inférieure *basipète*, une supérieure *basifuge*. De même, les

premiers vaisseaux des nervures qui correspondent à ces dents ou à ces lobes naissent d'ordinaire dans le même ordre; ceux qui sont opposés aux dents ou aux lobes de la série basifuge se succèdent de bas en haut, et sont insérés sur la nervure médiane; ceux qui sont opposés aux dents ou aux lobes de la série basipète apparaissent successivement de haut en bas; ils appartiennent à des rameaux des faisceaux latéraux longitudinaux, qui naissent dans les côtés de la partie inférieure de la feuille, à droite et à gauche de la nervure médiane.

» Les faisceaux latéraux longitudinaux, au nombre de deux, trois, quatre, cinq ou même parfois six, suivant les espèces, sont ordinairement insérés les uns sur les autres, de façon que le deuxième l'est sur le côté externe du premier, près du bas de la feuille, le troisième sur le côté externe du deuxième, le quatrième sur le troisième, le cinquième sur le quatrième, etc., par conséquent en ramification *basifuge*. Les plus externes étant toujours plus jeunes et plus courts que ceux qui les précèdent, le premier de ces faisceaux latéraux longitudinaux, le plus rapproché de la nervure médiane, monte le plus haut et donne, assez régulièrement de haut en bas, des branches qui correspondent aux dents et aux lobes les plus hauts placés; le deuxième faisceau latéral longitudinal en donne qui correspondent à des dents ou à des lobes situés plus bas; le troisième en possède qui desservent des dents ou des lobes plus bas placés encore, etc., en sorte que, en réalité, les rameaux qui correspondent aux dents ou aux lobes primaires basipètes, quoique nés de faisceaux à formation basifuge, constituent des nervures apparaissant successivement de haut en bas, en série basipète en quelque façon, comme les dents ou les lobes auxquels ils aboutissent. Il va de soi que la nervure médiane, étant toujours née la première, est la première pourvue de vaisseaux.

» I. En commençant, je rappellerai que les feuilles des *Crambe cordifolia, juncea* et *maritima*, que j'ai décrites dans le tome C, p. 413, donnent un bel exemple de ce type de *formation mixte*.

» II. Un bourgeon axillaire d'un *Chou lacinié rouge* (*Brassica ol. acephala*) laissait voir ses trois premières feuilles. La plus jeune avait au-dessous d'elle, dans la tige, un vaisseau long de $0^{mm},60$, qui aboutissait au bas de sa nervure médiane; la deuxième feuille, haute de $0^{mm},80$, n'ayant encore que les trois premiers lobes de la série basipète, et la première feuille, haute de $0^{mm},95$, n'ayant que les quatre premiers lobes de la série basipète aussi (laquelle commence toujours la première), avaient dans leur nervure médiane un fascicule de deux vaisseaux, se terminant en

haut par un seul, et qui, par en bas, descendait dans la tige, où il se terminait aussi par un seul vaisseau, à $0^{mm},75$ pour l'une et à $0^{mm},85$ pour l'autre, au-dessous de l'insertion. Sous la plus grande de ces feuilles était déjà le premier vaisseau, long de $0^{mm},50$, d'un premier faisceau latéral longitudinal, qui arrivait à la base de cette feuille.

» Une feuille d'un bourgeon terminal, haute de $1^{mm},10$, n'avait qu'un premier vaisseau s'élevant aux trois quarts de la nervure médiane. Une autre feuille de 2^{mm} avait quatre vaisseaux dans sa nervure médiane, et dans chaque côté de la moitié inférieure un vaisseau représentant du premier faisceau latéral longitudinal. Dans la feuille de 3^{mm} mentionnée le 15 mars à la page 576, il y avait, outre la nervure médiane, un premier faisceau latéral longitudinal, qui possédait trois vaisseaux un peu au-dessus de la région moyenne, et un seul en haut et en bas; il élevait déjà son extrémité supérieure au-dessous du deuxième lobe basipète, haut de $0^{mm},36$. Au-dessus, sous le lobe le plus âgé de chaque côté, qui était le plus large, mais qui n'avait que $0^{mm},24$ de hauteur, était un vaisseau de la première nervure pennée, l'inférieure, commençant la série basifuge des nervures insérées sur la médiane. Trois autres lobes plus jeunes de la série basifuge étaient encore sans vaisseaux.

» Dans une autre feuille de $3^{mm},55$, le premier faisceau latéral longitudinal de droite était simple et avait deux vaisseaux en bas et un seul en haut; celui de gauche était bifurqué, la branche supérieure entrait dans le deuxième lobe basipète, qui était, là aussi, le plus long; la branche inférieure, la plus courte, était dirigée vers le troisième lobe basipète, placé au-dessous. Plus haut, sur chaque côté de la feuille, un vaisseau inséré sur la nervure médiane montait dans le premier lobe primaire et commençait la série des nervures basifuges. Deux autres lobes de la même série, plus jeunes et placés au-dessus, n'avaient pas encore de vaisseaux.

» Dans une feuille de $3^{mm},90$, visible d'un seul côté, la série basifuge n'avait que deux lobes, tous les deux pourvus de vaisseaux. La série basipète avait sept lobes : les deux supérieurs, hauts de $0^{mm},85$ et $0^{mm},82$, recevaient chacun une branche du premier faisceau latéral longitudinal; le troisième lobe, haut de $0^{mm},80$, recevait l'extrémité supérieure du deuxième faisceau latéral longitudinal, qui était pourvu d'un seul vaisseau encore libre par en bas. Le quatrième lobe basipète avait un vaisseau commençant dans son intérieur, mais n'arrivant pas encore au deuxième faisceau latéral longitudinal, sur lequel il devait s'insérer. Ce fait est fréquent dans certaines plantes. Le cinquième lobe, haut de $0^{mm},45$, le

sixième, haut de $0^{mm},15$, et le septième, haut de $0^{mm},06$, n'avaient pas encore de vaisseaux.

» Dans une feuille de 21^{mm}, chaque série basifuge avait trois lobes décroissant de bas en haut, tous les trois pourvus de vaisseaux; l'inférieur, le plus grand et le plus ramifié, avait déjà son ramule d'en bas muni d'un vaisseau médian. La série basipète de l'un des côtés avait six lobes. Les trois supérieurs, les plus grands, avaient leur premier vaisseau médian prolongeant chacun un rameau du premier faisceau latéral longitudinal, qui était relié obliquement avec la nervure médiane. Le quatrième lobe basipète recevait l'extrémité du deuxième faisceau latéral longitudinal, qui était relié par un vaisseau oblique avec le bas de la nervure médiane du lobe précédent. Le cinquième lobe avait son premier vaisseau inséré sur le côté du deuxième faisceau latéral longitudinal. Enfin le sixième lobe basipète, le plus petit et le plus jeune, n'avait pas encore de vaisseau. Le côté gauche de la feuille, moins avancé que le côté droit, n'avait pas encore de deuxième faisceau latéral longitudinal.

» III. Le *Chou de Russie* se comporte à peu près comme le Chou lacinié rouge précédent. On y trouve bien accusées les séries basipètes et les basifuges des lobes et des nervures qui y correspondent. Dans deux jeunes feuilles dont les séries basifuges ou acropètes avaient chacune trois lobes, les deux lobes inférieurs seuls avaient des vaisseaux, insérés sur la nervure médiane; le troisième, le plus jeune et le plus haut placé, n'en avait pas encore.

» Une feuille de $4^{mm},55$ avait de chaque côté quatre lobes basifuges. Dans chacun des deux inférieurs se prolongeait une nervure pourvue d'un fascicule vasculaire; la nervure entrant dans le troisième n'avait qu'un seul vaisseau, le quatrième lobe de chaque côté n'en possédait pas encore. Deux des nervures les plus fortes d'un côté de la feuille et une de l'autre avaient sur leur côté inférieur un rameau vasculaire qui montait dans un lobe secondaire correspondant. Les lobes des séries basipètes obtiennent, comme à l'ordinaire, les premiers vaisseaux de leur nervure médiane suivant leur ordre de naissance. Selon les feuilles examinées, deux, trois ou quatre lobes basipètes supérieurs ont leurs premiers vaisseaux insérés sur le premier faisceau latéral longitudinal; ceux des lobes plus bas placés sont insérés sur le deuxième faisceau latéral longitudinal, qui s'insère lui-même sur le bas du premier.

» Les jeunes feuilles que j'ai eues à ma disposition n'avaient que deux faisceaux latéraux longitudinaux.

» IV. Dans la deuxième feuille d'un bourgeon axillaire, haut de $1^{mm},40$, du *Chou cavalier rouge* (*Caulet de Flandre*), le premier vaisseau de la nervure médiane, commencé dans la tige, monte jusque vers le milieu de la hauteur de la feuille. Dans la première feuille de ce bourgeon, le fascicule de la nervure médiane monte jusque auprès du sommet. Sous la plus jeune de ces deux feuilles, on voit, dans la tige, le premier vaisseau très court du premier faisceau latéral longitudinal arriver à peine à la base de cette feuille, tandis que dans la plus âgée il y entre et dépasse un peu l'insertion. — Dans une feuille de $1^{mm},65$, le premier vaisseau de chaque premier faisceau latéral longitudinal atteint le milieu de la hauteur de cette feuille; et plus haut, dans chaque série des nervures pinnées insérées sur la nervure médiane, il n'y a qu'un vaisseau : celui de droite est placé au bas de la série basifuge; celui de gauche est situé à un niveau plus élevé, et, par sa position, ne sera que le deuxième de la série de ce côté. C'est une déviation à la règle. — Dans une feuille de $2^{mm},15$, il y a du côté gauche, dans la partie inférieure de cette feuille, un premier faisceau latéral longitudinal pourvu en bas de deux vaisseaux; par en haut, il a deux branches : la supérieure est la plus longue, l'inférieure est beaucoup plus courte; toutes les deux se dirigent vers les plus grandes dents de la série basipète, déjà accrues suivant la loi générale signalée dans ma dernière Communication. Dans la partie supérieure de la feuille, deux vaisseaux, appartenant aux deux premières nervures de la série basifuge d'un même côté, et correspondant aux deux premières dents de cette série, sont insérés sur la nervure médiane; l'inférieur est le plus long. Les deux dents supérieures n'ont pas encore de vaisseau. — Dans une feuille de $3^{mm},30$, il y a en bas, avec un fascicule d'union ou de renforcement interposé à la nervure médiane et au premier faisceau latéral longitudinal, deux faisceaux latéraux longitudinaux : le premier, pourvu de trois vaisseaux, a deux branches, la supérieure est dirigée vers la deuxième dent primaire basipète, la seconde vers la troisième. Le deuxième faisceau latéral longitudinal, qui n'a qu'un vaisseau, dirige sa pointe vers la quatrième dent basipète primaire, l'inférieure de la lame; il émet plus bas un court rameau dirigé vers le premier lobe du rachis, inséré sous la lame. Par en bas, son unique vaisseau est encore libre et terminé par des cellules vasculaires encore non assombries. Un second lobe du rachis n'a pas encore de vaisseau qui lui corresponde. Dans la partie supérieure de la feuille, il y a, d'un même côté, trois nervures basifuges pourvues de vaisseaux. L'inférieure, la plus grande, arrive à la base de la première dent primaire; la deuxième monte à la base de la dent placée au-dessus. Ces deux nervures ont chacune au côté supérieur un rameau

dirigé vers une dent secondaire interposée. La troisième nervure insérée plus haut sur la médiane est la plus courte et dirigée vers une dent basifuge plus jeune. Une dernière dent située sous la terminale n'a pas encore de vaisseau au-dessous d'elle. Il y a encore, insérée sur la nervure médiane, une nervure de second ordre interposée aux deux séries de nervures (basipète et basifuge); elle est destinée à une dent secondaire. Une feuille de $3^{mm},90$ présente à peu près les mêmes caractères que la précédente, mais une nervure secondaire, opposée à une dent de deuxième ordre, s'interpose à la première nervure et à la deuxième de la série basifuge. Le deuxième faisceau latéral longitudinal n'a qu'un seul vaisseau libre par les deux bouts. Cette plante m'a donné plusieurs exemples de deuxièmes faisceaux latéraux longitudinaux commençants, n'ayant qu'un seul vaisseau libre par les deux extrémités et terminé par des cellules incolores. A un âge plus avancé on trouve en bas leurs vaisseaux insérés sur le premier faisceau latéral longitudinal du même côté. Des feuilles plus âgées avaient un troisième faisceau latéral longitudinal. Dans l'une, le premier vaisseau était encore libre par les deux bouts; dans une autre il était relié par en haut et par en bas avec le deuxième faisceau latéral longitudinal, et il possédait un ramule dirigé vers le deuxième et dernier lobe du rachis.

» V. Dans les *Choux raves* rouges ou verts (*Brassica ol. caulorapa*) le premier vaisseau de la nervure médiane apparaît dans des feuilles hautes de $1^{mm},10$ à $1^{mm},50$. Une feuille de $1^{mm},60$ peut déjà avoir deux ou trois vaisseaux au bas de sa nervure médiane et un seul en haut. Le premier vaisseau du premier faisceau latéral longitudinal se montre au bas de feuilles d'environ $1^{mm},75$. Dans des feuilles hautes de $2^{mm},15$ à $2^{mm},50$ il monte jusque vers le milieu de l'organe et s'incurve alors vers l'extérieur. A cet âge le premier vaisseau d'un faisceau d'union ou de renforcement s'interpose en bas, de chaque côté, entre la nervure médiane et le premier faisceau latéral longitudinal. A peu près en même temps naît le premier vaisseau des nervures pinnées insérées le plus bas sur la nervure médiane (feuille de $2^{mm},75$). Il s'en développe ensuite de chaque côté de celle-ci, successivement dans plusieurs nervures pinnées placées de plus en plus haut. Il peut y avoir de chaque côté quatre, cinq, six, sept ou huit de ces nervures en série basifuge. Pendant qu'elles apparaissent, le premier faisceau latéral longitudinal prolonge son extrémité jusqu'au-dessous de la dent primaire la plus voisine de celle qui doit recevoir la nervure inférieure de la série basifuge. Il émet alors une première branche (feuille de 3^{mm}), puis une deuxième, qui se dirigent vers les deux dents primaires qui viennent après en descendant. Bientôt naît le premier vaisseau d'un

deuxième faisceau latéral longitudinal, qui s'insère sur le bas du premier. Dans une feuille de $4^{mm},30$, ce premier vaisseau du deuxième faisceau latéral longitudinal se courbe vers la dent primaire composée du bas de la lame, tandis que son premier rameau s'avance sous le premier lobe latéral du rachis. Un autre lobe inférieur du rachis n'avait pas encore de vaisseau qui lui fût opposé. Dans une feuille de 12^{mm} de la variété verte un troisième faisceau latéral longitudinal envoyait un ramule vasculaire dans la base du deuxième lobe du rachis, tout en se prolongeant par en haut dans le lobule inférieur du premier lobe placé au-dessus, où il se terminait, après s'être relié avec le premier faisceau latéral longitudinal par deux anastomoses.

» Quand les vaisseaux terminaux de chacune des premières nervures basipètes et des basifuges sont arrivés au sommet de la nervure médiane des dents correspondantes, les vaisseaux de l'apicule et ceux des côtés de chaque dent font leur apparition. Ces vaisseaux apiculaires et les latéraux des dents commencent d'abord dans la dent terminale; ensuite apparaît l'apicule vasculaire de la dent qui termine le premier faisceau latéral longitudinal, puis l'apicule de la dent qui surmonte le premier rameau de celui-ci. Dans d'autres feuilles de la même plante, ce sont les dents correspondant aux nervures pennées les plus bas insérées sur la nervure médiane, qui les premières, après la dent terminale, produisent les vaisseaux de leur apicule. Dans les autres dents primaires, secondaires, etc., l'apicule vasculaire apparaît suivant leur ordre de naissance, de bas en haut, dans la série basifuge, de haut en bas dans la série basipète. A peu près en même temps apparaissent, dans la partie supérieure de la feuille, les premiers vaisseaux des nervures transverses obliques ou plus ou moins rectilignes ou en ligne brisée, qui vont d'une nervure pinnée ou d'une nervure secondaire à une autre, et sur lesquels s'insèrent assez souvent les premiers vaisseaux des dents des derniers ordres. C'est par ces nervures transverses que débute le réseau vasculaire qui s'interpose aux faisceaux déjà formés. »

PHYSIOLOGIE. — *Étude sur les mouvements imprimés à l'air par l'aile d'un oiseau. Expériences de M.* Müller. Note de M. **Marey**.

« L'observation a montré que certains oiseaux peuvent s'enlever de terre sans vitesse préalable, l'axe du corps presque verticalement dirigé

et, par conséquent, en imprimant à leurs ailes un mouvement dont la direction est à peu près horizontale. Il faut donc que l'aile produise, à cet instant initial du vol, un violent courant d'air descendant, dont la réaction, se faisant de bas en haut, élèvera le corps de l'oiseau.

» On sait, d'autre part, que si l'on agite dans l'air une aile d'oiseau ou un éventail, l'air s'échappe suivant le prolongement de la surface qui le frappe.

» L'auteur attribue cet effet à ce qu'une couche d'air se comprime contre la surface de l'aile en mouvement, s'écoule avec vitesse du côté du bord flexible de l'aile et entraîne en arrière une certaine masse d'air, en lui communiquant sa vitesse. Le mécanisme serait semblable à celui qu'on emploie industriellement pour la ventilation, quand on entraîne l'air dans une large conduite, en injectant dans l'axe de celle-ci un jet d'air lancé avec vitesse.

» L'expérience a montré, dans ces conditions, que, pour une même section du tube injecteur, l'entraînement est plus fort si le jet est étalé en nappe mince que s'il est de forme cylindrique à son origine; ce qui tiendrait à ce que, dans le premier cas, la surface de frottement serait plus étendue.

» On a également noté que l'entraînement de l'air est plus intense quand l'injection se fait d'une manière intermittente que si elle est continue.

» Or, ces deux conditions, aplatissement de la couche d'air entraînante et intermittence du jet, se rencontrent dans le mouvement de l'air qui s'écoule tangentiellement au plan de l'aile d'un oiseau.

» Enfin, si une mince couche d'air s'échappe par le bord postérieur de l'aile et parallèlement au plan de celle-ci, une réaction également parallèle à ce plan se produira le long du bord antérieur par où le relief des parties osseuses empêche l'air de s'écouler; c'est cette réaction qui fait progresser l'oiseau.

» Pour démontrer la réalité de ces phénomènes, M. Müller a disposé de petits mécanismes, par lesquels la détente d'un ressort imprimait, à une aile ou à un plan flexible, un battement de peu d'étendue; il étudiait alors les mouvements qui se produisaient dans l'air, en rendant celui-ci visible, soit en plein jour au moyen de fumées, à la manière de Tyndall, soit la nuit à l'aide de vapeurs phosphorescentes.

» L'existence de la lame d'air comprimé, s'échappant le long du bord mince de l'aile, lui fut révélée par l'expérience suivante. En face de ce

bord flexible, on fait brûler un fil de coton qui, dans l'air calme, donne une colonne de fumée mince et verticale. Le plan s'abat; il se produit dans la colonne opaque une trouée transparente produite par la lame d'air qui s'échappe de dessous l'aile; cette lame entraîne et dévie à angle droit la colonne de fumée qui continue à se produire au-dessous d'elle. La nappe d'air qui s'échappe suivant le plan de l'aile n'a guère que 10^{mm} à 15^{mm} d'épaisseur; elle est, du reste, d'autant plus épaisse que le mouvement est plus rapide.

» Cette lame d'air, en pénétrant dans l'air immobile, y éprouve des résistances et y crée des tourbillons qui grandissent à mesure qu'ils s'éloignent de leur origine, c'est-à-dire du bord de l'aile; ils atteignaient dans les expériences de l'auteur $0^m,10$ de diamètre. Ces tourbillons, qui se forment les uns à la suite des autres sur les deux faces de la nappe d'air entraînante, ont des mouvements de rotation de sens inverses suivant qu'on les observe en dessus ou en dessous de cette lame. Pour rendre ces tourbillons visibles, l'auteur laisse la fumée ou les vapeurs phosphorescentes s'accumuler au-dessous du plan de l'aile, puis il provoque l'abaissement brusque de celle-ci. Il voit alors naître, grandir et se propager les deux séries de tourbillons d'air fuyant et tournant en sens inverses sur les deux faces d'un plan qui prolonge celui de l'aile.

» Enfin, pour montrer que la présence d'un relief sur les bords du plan en mouvement retient la nappe d'air et s'oppose à son échappement, l'auteur se sert d'un simple éventail de papier plissé et, après avoir constaté que des mouvements d'une certaine vitesse imprimés à cet éventail donnent naissance à une soufflerie, il borde l'éventail d'une étroite bandelette de papier perpendiculairement à son plan. Sous l'influence de ce léger relief qui retient la nappe d'air, la soufflerie est supprimée. Pour la faire reparaître, il faut donner à l'éventail des mouvements plus rapides : la nappe d'air comprimé augmente alors d'épaisseur et s'échappe par-dessus l'obstacle qu'on lui avait opposé. »

GÉOLOGIE. — *Note accompagnant la présentation des nouvelles études de M.* Verbeek *sur le Krakatau;* par M. **Daubrée.**

« Après avoir fait connaître dans un premier Rapport (¹) les circonstances principales de la mémorable éruption qui s'est produite au Krakatau

(¹) *Comptes rendus*, t. XCVIII, p. 1019.

du 26 au 28 août 1883, M. Verbeek, ingénieur en chef des Mines dans les Indes néerlandaises, vient de faire, relativement au même sujet, une publication plus étendue et plus complète.

» Son Ouvrage, dont le titre est simplement *Krakatau*, a été exécuté à la suite d'une enquête générale que ce savant a faite par ordre de son gouvernement. Le Volume, grand in-8° de 567 pages, imprimé à Batavia, est accompagné de 43 Cartes et Dessins et d'un album de 25 Planches, publiés à Bruxelles.

» Tandis que les conséquences d'une éruption restent généralement bornées au voisinage immédiat du foyer volcanique et sont de nature exclusivement géologique, pour celle du Krakatau, les effets se sont fait sentir sur toute la surface du globe, soit comme phénomènes météorologiques : colorations bleues et vertes du Soleil et de la Lune, lueurs rouges extrêmement vives avant le lever et après le coucher du Soleil, soit comme mouvements tout particuliers de l'air et de la mer. Aussi cette éruption a-t-elle excité un intérêt universel, non seulement parmi les géologues, mais aussi parmi les hydrographes, les météorologistes et dans tout le public. Il est permis de croire qu'elle a été, dans le domaine du vulcanisme, un des événements, sinon les plus grands, au moins les plus intéressants de notre siècle et peut-être même des siècles précédents. Sans doute, des éruptions antérieures, notamment celle du Tambora en 1815, l'ont dépassée en intensité ; mais à cette époque des instruments précis n'ont pu, comme en 1883, signaler et enregistrer les principaux phénomènes.

» L'Ouvrage, écrit avec beaucoup de concision, n'est pas susceptible d'être résumé. Il suffit de mentionner d'une manière très sommaire les sujets qu'il embrasse : Krakatau, antérieurement à l'éruption du 26 au 28 août 1883 ; principales circonstances de cette terrible convulsion et de celles qui l'ont suivie ; considérations théoriques sur les causes des éruptions ; phénomènes qui ont accompagné l'événement de 1883 ; bruits d'une violence inouïe, tremblements de terre, cendres lancées jusqu'à une hauteur de 25^{km} ; projectiles animés d'une vitesse supérieure à celle des boulets des plus gros canons, mais inférieure à celle que produit le fulmicoton ; matières rejetées ; géologie du Krakatau, des îles et des côtes du détroit de la Sonde ; examen macroscopique et microscopique et composition chimique des roches de l'île ; phénomènes météorologiques, magnétiques, mouvements de l'air, effondrements de montagnes ; mouvements de la mer ; phénomènes volcaniques observés à la même époque dans d'autres points de l'archipel Indien et en dehors de cet archipel.

» A la suite d'un relevé très attentif, M. Verbeek est arrivé à conclure que le volume des matières rejetées par la seule éruption dont il s'agit s'élève à 18 kilomètres cubes au minimum; les deux tiers de ce volume se trouvent à l'intérieur d'un cercle tracé autour du Krakatau avec 15^{km} de rayon. Toutes ces matières étaient meubles ou incohérentes; il ne s'est pas produit de coulée de lave. L'examen des roches du Krakatau a été l'objet de soins tout particuliers.

» M. Verbeek a traité toutes ces questions avec une érudition qui n'a pas souffert de l'isolement de l'auteur et avec une sagacité qui lui fait honneur; c'est ainsi qu'il a produit un document classique dans les archives des volcans. »

M. **Perrier** fait hommage à l'Académie, au nom du Ministre de la Guerre, des Cartes qui viennent d'être publiées par le Service géographique de l'armée :

1° *France au* $\frac{1}{2000000}$. — Feuilles d'Amiens, Melun, Lille, Mézières;

2° *France au* $\frac{1}{50000}$. — Feuilles de Thionville, Remiremont, Plombières, Gy, Charmes, Baccarat, Saint-Dié, Pont-à-Mousson, Sermaize, Château-Salins, Saint-Dizier, Avricourt;

3° *Algérie au* $\frac{1}{50000}$ (6e livraison). — Feuilles d'Azeffoun, Djebel-Filfila, Jemmapes, Ben-Haroun, Aine-Bessem, Rio Salado;

4° *Tunisie au* $\frac{1}{200000}$. — Feuilles de Nefta et Redjem-Matong, Douirat, Oued-Fessi;

5° *Afrique au* $\frac{1}{2000000}$ avec montagnes. — Feuilles de l'Ascension, Sainte-Hélène;

6° *De la même Carte*, sans montagne (7e livraison). — Feuilles de Ben-Ghasi, le Caire, Assouan, cap Elba, Khartoum, Souakim;

7° Les *Notices* sur les feuilles composant la 5e livraison de cette Carte (Madagascar, l'Ascension, Sainte-Hélène).

M. le **Président**, sur la demande de M. de Lesseps, désigne, pour l'étude des différences de niveau produites par les marées dans l'Océan Pacifique et dans l'Atlantique, une Commission comprenant les Membres des Sections de Géographie et Navigation et d'Astronomie, auxquels MM. Daubrée, Favé, Lalanne et de Jonquières sont priés de s'adjoindre.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre pour la Section de Mécanique, en remplacement de feu M. *de Saint-Venant*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 59,

M. Sarrau obtient	. . . .	30 suffrages.
M. Léauté »	. . . .	26 »
M. Sébert »	. . . .	2 »

Il y a un bulletin blanc.

M. **Sarrau**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Physique, en remplacement de feu M. *Plateau*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 59,

M. Terquem obtient	. . . .	50 suffrages.
M. Crova »	. . . .	3 »
M. Alluard »	. . . .	2 »
M. Amagat »	. . . .	1 »

Il y a 3 bulletins nuls.

M. **Terquem**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie.

MÉMOIRES LUS.

MÉDECINE. — *Sur l'infection purulente suite de pneumonie.* Note de M. **Jaccoud**.

« La Note que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie a pour but d'établir un fait nouveau, à savoir le développement de l'infection purulente à la suite de la pneumonie aiguë vulgaire, non traumatique.

» En pareille occurrence, l'évolution est la suivante :

» Un individu est pris en parfaite santé d'une pneumonie aiguë ; la maladie présente les caractères et la marche de la pneumonie franche, rien ne fait prévoir les incidents redoutables dont elle sera le point de départ; dans les délais ordinaires, la phase aiguë arrive à son terme, la fièvre prend fin. Mais la défervescence fébrile n'est pas suivie d'une réparation locale complète, un reliquat plus ou moins étendu du foyer pneumonique persiste sans changement. Après une période stationnaire indécise, la situation du malade s'aggrave, et il succombe après avoir présenté les signes non douteux d'un état d'infection, ou bien il meurt subitement sans aggravation préalable. A l'autopsie, on constate des points de suppuration dans le reliquat pneumonique, et des foyers purulents diffus, soit dans les membres, soit dans les viscères.

» L'individu ayant été pris de sa pneumonie en parfaite santé, le reliquat pneumonique ayant été pendant nombre de jours la seule lésion présente, il est certain, de par la simple chronologie des accidents, que la suppuration du poumon est le point de départ des foyers purulents à distance, et de l'infection générale de l'organisme. Mais d'ailleurs, si l'on applique à l'étude de ces divers foyers les notions et les méthodes issues des découvertes de M. Pasteur, on peut saisir et mettre en évidence les agents intermédiaires entre la lésion primitive et les lésions secondaires; car les mêmes micro-organismes que l'on découvre dans les points suppurés du poumon, on les décèle dans le sang et dans tous les foyers à distance sans exception.

» Cette évolution pathologique, je l'ai constatée dans deux cas ;

» 1. Un homme de cinquante ans est pris de pneumonie droite le 4 février dernier; au douzième jour, le 16, la fièvre tombe, la résolution commence; mais, deux jours plus tard, elle s'arrête, et dès lors ne fait plus aucun progrès. Le 27 février, après onze jours d'apyrexie, la fièvre se rallume, l'état du malade s'aggrave, et prend graduellement les caractères d'un état infectieux. Le 11 mars au matin, la température axillaire étant de 40°,4, un épanchement abondant remplit l'articulation du genou droit; cet épan-

chement n'existait pas la veille. En raison des conditions du malade, j'attribue cet incident à une infection purulente secondaire, et j'affirme que l'épanchement est formé par du pus; une ponction capillaire pratiquée quelques heures avant la mort le démontre, et l'individu succombe dans la nuit du 11 au 12 mars; c'est le trente-sixième jour à dater du frisson initial de sa pneumonie.

» L'autopsie confirme le diagnostic ainsi qu'il suit :

» Le poumon droit en hépatisation grise totale présente sur plusieurs points de petits abcès, dont le volume varie de celui d'un grain de chènevis à celui d'une petite noisette. Dans le cœur gauche, végétations sanieuses sur le pilier antérieur de la valvule mitrale. Dans le cœur droit deux végétations filamenteuses sont enroulées autour de deux cordages tendineux de la valvule tricuspide. Dans les reins, la substance médullaire présente de nombreux abcès miliaires. Voilà pour les viscères.

» Le genou droit renferme une quantité considérable de pus phlegmoneux; une collection semblable remplit l'épaule droite. Enfin, et sans communication avec la jointure, une fusée purulente descend dans la gaine du brachial antérieur jusqu'au voisinage de l'articulation du coude.

» L'infection purulente secondaire, consécutive à la suppuration pneumonique, est ainsi nettement démontrée.

» Pour les recherches relatives aux microbes, j'ai eu le concours aussi compétent que dévoué de mon chef de clinique, le Dr Netter, que je suis heureux de remercier ici.

» Dans les points suppurés du poumon, les deux formes fondamentales des microbes pyogènes, le *Streptococcus* et le *Staphylococcus pyogenes*, existent en abondance. Mais il y a aussi d'autres organismes elliptiques, lancéolés, encapsulés, c'est-à-dire les pneumonocoques de Friedländer. Le poumon présente donc réunis, ainsi qu'on pouvait s'y attendre, le microbe de la pneumonie et les microbes de la suppuration.

» Les mêmes microbes pyogènes ont été constatés en grande quantité dans le pus des jointures, dans la fusée purulente du brachial antérieur, dans les abcès des reins et dans les vaisseaux sanguins qui entourent ces abcès, dans les végétations du cœur, c'est-à-dire dans tous les foyers extra-pulmonaires sans exception.

» Les préparations provenant de la lésion mitrale montrent de magnifiques chapelets ayant quinze, vingt grains et plus; ces chapelets sont droits ou flexueux. Il y a aussi une foule de chapelets plus petits, et puis des grains simples et isolés.

» Le sang du malade, examiné douze heures avant la mort, contenait des microcoques en petits grains mobiles, et la proportion des globules blancs était considérablement augmentée : elle était au moins d'un globule blanc pour dix rouges.

» Le 11 mars, une souris blanche et un cobaye ont été inoculés avec une goutte du pus retiré du genou quelques heures avant la mort du malade. Ces animaux ont succombé, la souris au bout de vingt et une heures, le cobaye au bout de vingt-deux jours, avec des suppurations multiples et la rate augmentée de volume; chez tous deux on a trouvé dans le sang, dans la rate et dans les abcès, des organismes semblables à ceux du pus d'inoculation.

» Les microbes du pus du malade ont donc été spécifiquement pathogènes pour ces deux animaux; il ont provoqué chez eux des suppurations de même nature.

» 2. Mon second cas concerne un homme de soixante-dix ans, qui, malgré son âge, a fait une pneumonie franche et normale; la défervescence fébrile a eu lieu le onzième jour, et la résolution locale a fait d'abord de rapides progrès, puis elle s'est arrêtée, et jusqu'à

la fin nous avons constaté les signes d'une induration dans la partie supérieure du poumon droit. La persistance de ce reliquat pneumonique n'empêche pas cependant l'établissement de la convalescence; une semaine après la chute de la fièvre, cet homme était déjà dans un état satisfaisant, lorsqu'il présente simultanément un abcès superficiel à chaque cuisse; quelques jours plus tard, un abcès volumineux et profond paraît dans la région fessière gauche; il est ouvert et guérit. A la suite de ces incidents, qui se passent dans les derniers jours du mois de décembre 1885, le malade se remet, si bien qu'il parle de quitter prochainement l'hôpital; le 15 janvier, il meurt subitement : c'était le cinquantième jour à compter du frisson initial de sa pneumonie.

» L'autopsie permet les constatations suivantes :

» Dans le lobe supérieur du poumon droit, hépatisation grise, nombreux îlots purulents. Dans le poumon gauche, plusieurs petites collections de pus liquide sous la plèvre; ces collections ont le volume d'un pois.

» Dans le tissu du cœur trois abcès, dont le plus grand a la dimension d'une pièce d'un franc. L'endocarde est sain.

» Dans les deux reins, nombreux abcès miliaires.

» *Streptocoques* et *Staphylocoques* en grande abondance dans les îlots purulents des poumons, dans les abcès du cœur, dans les abcès des reins. Il n'a pas été possible de déceler d'une manière positive le microbe pneumonique dans les foyers d'hépatisation grise, ce qui tient sans doute à la date plus ancienne de la pneumonie.

» La culture du pus du poumon a développé des colonies jaune-soufre qui ont conservé la même apparence dans les cultures successives, et qui étaient constituées par des grains arrondis semblables à ceux qui existaient dans le pus.

» Un rat inoculé dans la plèvre avec le produit d'une de ces cultures a été tué très rapidement, et l'on a retrouvé dans la plèvre et dans le sang des organismes identiques en grande quantité.

» Semblable au premier quant au fond, ce second cas en diffère par l'absence de suppurations articulaires et de lésions de l'endocarde, par la présence d'abcès sous-cutanés et d'abcès du cœur, et par la modalité clinique de l'infection qui a été torpide et vraiment latente au point de vue de l'état général du malade; nettement aiguë chez le premier, la pyohémie, abstraction faite des trois abcès sous-cutanés, est restée silencieuse chez le second, jusqu'au jour où la suppuration du myocarde a causé la mort par paralysie du cœur. Dans les deux cas, l'hépatisation grise a été associée à des foyers pulmonaires purulents à contenu liquide.

» Tels sont les deux faits qui démontrent le développement de l'infection purulente à la suite d'une pneumonie non traumatique, primitive et franchement normale à son début. La filiation pathogénique est décelée avec une entière évidence : la pneumonie, arrêtée dans sa résolution, aboutit à la formation de pus dans le poumon; de ce foyer initial, les agents pyogènes pénètrent dans le sang et déterminent, sur divers points, des suppurations de même nature. C'est un type achevé de *pyohémie par migrations microbiennes*.

» Il y a dans la littérature médicale quelques exemples de suppurations

articulaires au cours ou à la suite de la pneumonie; mais ces faits, qui diffèrent notablement des miens, ont reçu des observateurs une tout autre interprétation, et, par suite, ils ne peuvent entamer en rien, ce me semble, la priorité que je crois devoir assigner à ma démonstration. »

ZOOLOGIE. — *Recherches sur l'organisation des Étoiles de mer.* Note de M. **Edm. Perrier.** (Extrait par l'auteur.)

« Dans les collections rapportées par la Mission du cap Horn se trouvent plusieurs exemplaires d'une nouvelle Astérie incubatrice, l'*Asterias Hyadesi* E.P., qui portent encore leurs jeunes avec eux. Cette circonstance m'a permis de chercher, dans l'étude de ces jeunes animaux, la solution d'un certain nombre de questions controversées relativement à l'organisation des Étoiles de mer. Les jeunes de l'*Asterias Hyadesi* sont fixés à la face ventrale de la mère par une sorte de cordon latéral, interradial, formé par un prolongement plein de la membrane buccale. Les plus jeunes individus que j'aie eus à ma disposition n'avaient pas 2^{mm} de diamètre. Sur leur disque, en dedans du cercle circonscrit par les odontophores, il n'y avait que *trois* pièces calcaires. L'opinion récemment soutenue par Percy Sladen et par Herbert Carpenter que les *dix* pièces primitives des jeunes Étoiles de mer demeurent sur le disque est donc inexacte, aussi bien pour l'*Asterias Hyadesi* que pour les *Brisinga*.

» On a successivement considéré comme système nerveux des Étoiles de mer cinq bandelettes ramifiées, situées entre le canal ambulacraire et le tégument de la gouttière ambulacraire, et se reliant à un anneau membraneux entourant la bouche (Tiedemann), le tégument même de la gouttière ambulacraire (J. Müller, Hoffmann), enfin une couche particulière de ce tégument comprise entre deux couches épithéliales, l'une externe, l'autre interne (Teuscher, Ludwig, Hamann).

» Il résulte de mes recherches que cette couche, très pauvre en cellules, n'est qu'une membrane de support traversée dans toute son épaisseur par une multitude de fibres déjà vues par divers anatomistes et qui aboutissent toutes d'une part à *certaines* cellules de l'épithélium extérieur, d'autre part aux cellules que l'on considérait comme formant la couche épithéliale interne. Ces cellules sont *multipolaires;* elles se trouvent non seulement sur la paroi de la cavité sous-tentaculaire, mais dans la cloison essentiellement conjonctive que Tiedemann considérait comme le système nerveux. Vers l'extrémité des bras, notamment dans le

renflement qui porte les taches oculiformes, elles cessent de former un simple revêtement épithélial, sont supportées par des trabécules transverses, spéciaux et se mettent en rapport avec les cellules des fossettes sensitives ordinairement considérées comme des yeux. Ce sont donc bien là les cellules nerveuses, et les cellules épithéliales, avec lesquelles elles s'unissent au travers de la couche de soutien que l'on considérait jusqu'ici comme le système nerveux lui-même, sont les cellules sensitives de l'épithélium.

» A la paroi du *canal sacciforme* qui entoure le *tube hydrophore* se trouve attaché un organe problématique qui se prolonge en dehors du canal sacciforme, de manière à former deux organes reliés à l'intestin et qui émet d'autre part deux branches latérales indirectement en rapport avec les glandes génitales. Cet organe a été considéré successivement comme un *corps adipeux* (Jourdain), un *corps adénoïde* (Hoffmann), un *cœur* (Ludwig), un *organe chromatogène* (Hamann). Chez de jeunes *Asterias Hyadesi*, de 2^{mm} de diamètre, il se montre comme un prolongement latéral conique de la membrane péritonéale du sac digestif, issu de la partie supérieure de ce sac et contenant un grand nombre de corps vitellins identiques à ceux de la paroi même du sac digestif. Ce prolongement descend le long du sac qui enveloppe déjà le canal hydrophore, le refoule sur une partie de sa longueur en s'enfermant à son intérieur et pénètre enfin dans la cavité sous-ambulacraire péribuccale pour contribuer à former la cloison de cette cavité que Tiedemann considérait comme l'anneau nerveux. A sa partie supérieure cet organe est composé d'éléments en voie de prolifération. Les lobes de sa surface sont en continuité avec les trabécules qui forment la base vivante du test de l'Étoile et il se délite à sa surface extérieure en membranes qui enveloppent le tube hydrophore pour lui fournir un revêtement qui s'imprègne ensuite de calcaire, ou former la cloison verticale qui traverse une partie de l'étendue du canal sacciforme. L'*organe collatéral* du tube hydrophore n'est donc pas un cœur, mais un foyer de production d'éléments anatomiques dont quelques-uns, devenant libres, constituent les corpuscules de la cavité générale.

» Les injections poussées dans le canal sacciforme sortent souvent par la plaque madréporique (Greeff, Hoffmann, Teuscher, Perrier et Poirier). On en avait conclu que les canalicules de la plaque madréporique conduisent dans le canal sacciforme, aussi bien que dans le tube hydrophore. Ludwig et Hamann se sont récemment élevés contre cette interprétation. Aucun de ces canalicules ne conduirait ailleurs que dans le tube hydro-

phore. Ces canalicules ne sont, en effet, que le résultat du plissement des parois de l'entonnoir vibratile, primitivement conique, par lequel le tube hydrophore s'ouvre à l'extérieur; mais le tube hydrophore communique, au point où il s'unit au sommet de l'entonnoir vibratile, avec une cavité qui, je m'en suis minutieusement assuré, est bien la cavité même du canal sacciforme. Si les canalicules de la plaque madréporique ne conduisent que dans le tube hydrophore ou dans son expansion supérieure, le tube lui-même s'ouvre latéralement dans le canal sacciforme, et par là l'eau de mer peut se rendre : 1° dans les espaces lacunaires qu'Hamann considère comme un schizocèle; 2° dans les cavités sous-ambulacraires; 3° dans la cavité générale par les conduits que Tiedemann, Hoffmann et Teuscher ont considérés comme des vaisseaux et que mes recherches, faites en commun avec M. Poirier, ont toujours montrés s'ouvrant dans la cavité générale.

» L'eau de mer joue donc, dans la physiologie des Étoiles de mer, le même rôle important que chez les Oursins et les Comatules; mais son cours n'est pas réglé par un système de canaux d'irrigation aussi compliqué que chez ces derniers. Cela autorise à diviser l'embranchement des Échinodermes en deux grands groupes comprenant les Cystidés, les Blastoïdes, les Stellérides et les Ophiurides d'une part, les Crinoïdes, les Échinides et les Holothurides d'autre part. La pénétration de l'eau dans le corps est un phénomène presque général chez les Échinodermes, les Cœlentérés, les Spongiaires; rare, au contraire, chez les Arthropodes, les Vers, les Mollusques, les Tuniciers et les Vertébrés. On pourrait donc diviser les animaux, comme le faisait de Blainville, en trois grands groupes : les Protozoaires, les Phytozoaires et les Artiozoaires. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. J.-A. Langlois soumet au jugement de l'Académie un Mémoire portant pour titre : « La Géométrie et le Calcul différentiel démontrés sans postulata ».

(Commissaires : MM. Halphen, de Jonquières.)

M. Jullien adresse une nouvelle Note sur le traitement des vignes phylloxérées « par les eaux de vidange polysulfurées sulfocarbonatées ».

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. J. **Kanine** adresse une Communication relative au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. D. **Tommasi** adresse la liste de ses travaux scientifiques pour le Concours du prix Jérôme Ponti.

(Renvoi à la Commission du prix Jérôme Ponti.)

M. A. **Allemand** adresse une Note pour le Concours du prix Bréant.

(Renvoi à la Commission du prix Bréant.)

M. J. **Bonjean** adresse, pour le Concours du prix Bréant, un Mémoire accompagné de vingt-deux Rapports sur une préparation éthérée, à laquelle il donne le nom d'*Élixir de santé*.

(Renvoi à la Commission du prix Bréant.)

M. A. **Andouard** adresse, pour le Concours des Arts insalubres, plusieurs travaux relatifs aux eaux de la Loire et de la ville de Nantes.

(Renvoi à la Commission du Concours des Arts insalubres.)

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Observations des nouvelles comètes a 1886 (Brooks I) et b 1886 (Brooks II), faites à l'observatoire de Nice (équatorial de Gautier).* Note de M. **Charlois**, présentée par M. Faye.

Dates. 1886.	Étoiles de comparaison.	Grandeurs.	Comète — Étoile. Ascension droite.	Déclinaison.	Nombre de compar.
			Comète Brooks (I).		
Mai 1...	*a* B.B., t. VI, +60°, 154.	9	−4.44,68 (m s)	− 9.24,5 (′ ″)	5
1...	*b* Argel., 973.	9	−0.57,23	−12.23,8	5
2...	*c* B.B., t. VI, +59°, 199.	8	−5.19,44	− 6. 2,7	4
4...	*d* B.B., t. VI, +58°, 203.	8	+4.56,00	− 4.22,8	3
5...	*e* Argel., 1460.	9	+3.12,57	−11.13,4	4
			Comète Brooks (II).		
Mai 4...	*f* B.B., t. VI, +30°, 4918.	7,5	+4.58,39	+ 4.42,4	6
5...	*g* Weisse, 289, H. XXIII.	9	+5. 4,40	+17.48,5	4

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1886.	Étoiles de comp.	Ascension droite moy. 1886,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1886,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Mai 1.....	*a*	0.56. 9,66	−0,52	+60.31.27,2	−9,5	Bonn, t. VI.
1.....	*b*	0.54.24,99	−0,50	+60.25.46,0	−9,6	Rapportée à *a*.
2.....	*c*	1. 4.29,58	−0,51	+59.53.58,3	−9,5	Bonn, t. VI.
4.....	*d*	1. 8.32,05	−0,45	+58.41.22,4	−9,7	Id.
5.....	*e*	1.17. 6,94	−0,45	+58.10. 0,4	−9,7	Argelander.
Mai 4.....	*f*	23.12. 9,16	+0,19	+30.24.29,9	−7,4	Bonn, t. VI.
5.....	*g*	23.15.39,46	+0,21	+32.24.20,4	−7,8	Weisse.

Positions apparentes des comètes.

Dates. 1886.	Temps moyen de Nice.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
		Comète Brooks (I).			
	h m s	h m s		° ′ ″	
Mai 1......	8.39.13	0.51.24,46	$\bar{1}$,539	+60.21.53,2	0,912
1......	15.10. 8	0.53.27,26	$\bar{1}$,921$_n$	+60.13.12,6	0,665
2......	9.37.20	0.59. 9,63	$\bar{1}$,163	+59.47.46,1	0,933
4......	9.39.25	1.13.27,60	$\bar{1}$,193	+58.36.49,9	0,934
5......	9.36.48	1.20.19,06	$\bar{1}$,236	+57.58.37,3	0,934
		Comète Brooks (II).			
Mai 4......	14.42.17	23.17. 7,74	$\bar{1}$,698$_n$	+30.29. 4,9	0,704
5......	15.11.54	23.20.44,07	$\bar{1}$,701$_n$	+32.42. 1,1	0,650

M. **Faye**, après la présentation de la Note précédente, donne lecture d'une Lettre par laquelle M. Perrotin l'informe qu'il a revu, ainsi que MM. Trépied, Thollon et Gautier, à l'observatoire de Nice, les canaux de Mars de M. Schiaparelli.

GÉOGRAPHIE. — *Sur la géographie du littoral de la Tunisie centrale.* Note de M. **Rouire**.

« Au cours de la mission dont j'ai été chargé au commencement de l'année 1885, j'ai pu étudier la portion du littoral qui s'étend entre Hammamet et Sousa, portion de littoral que mes études antérieures et les

indications fournies par les dernières cartes du Dépôt de la Guerre indiquaient comme dépendant du nouveau bassin hydrographique de la Tunisie centrale.

» Le golfe de Hammamet se termine, comme le golfe de la Sidre, par un grand cul-de-sac maritime ou lagune qui le prolonge dans les terres. Loin d'avoir les dimensions restreintes que les anciennes cartes lui ont attribuée, ce cul-de-sac occupe tout le fond du golfe.

» Du pied des derniers mamelons calcaires du Sahel jusqu'à moitié chemin d'Erghéla et d'Hammamet, la grande lagune s'étend sur une longueur qui n'est pas moindre que 53^{km} à 55^{km}. Un groupe de collines jeté en pleine lagune divise cette dernière en deux portions, la sebhka Djériba au nord et la sebkha Halk-el-Mengel au midi. La sebkha Djériba court parallèlement à la côte, se développant en un long fuseau qui ne mesure pas moins de 40^{km}. Dans toute cette étendue, elle n'est séparée de la haute mer que par un mince cordon littoral dont l'épaisseur varie de 1500^{m} à 300^{m}. A travers ce cordon littoral, la sebkha communique avec la mer par des fissures naturelles analogues à celles de nos graus du bas Languedoc. Autrefois, ces bouches de communication étaient nombreuses; aujourd'hui, elles sont seulement au nombre de deux, qui portent dans le pays le nom de *oued*, la plus septentrionale s'appelant *oued Laroual* (rivière du pantalon), et la seconde, *oued Erghéla*.

» L'oued Erghéla marque la limite extrême du cordon littoral vers le sud. Sur l'autre rive de cet oued apparaît le groupe de collines jeté entre la sebkha Djériba et la sebkha Halk-el-Mengel. Le point culminant de ces collines est à 35^{m} au-dessus du niveau de la mer. Aussi, à une aussi grande distance, aperçoit-on, soit du large, soit de l'intérieur des terres, leur masse rocheuse se dresser en un îlot, qui surplombe les terres basses et marécageuses qui l'entourent. Vu du haut du minaret d'Erghéla, l'îlot apparaît formé d'un mamelonnement central duquel se détachent deux ondulations qui le prolongent en éperon dans la direction du midi et de l'ouest. A la partie centrale, les Arabes ont donné le nom de *Drah* (mamelon) *Goula*, à l'éperon de l'ouest le nom de *Drah Rouigel*, et à celui du midi le nom de *Drah Erghéla*.

» Le drah Erghéla s'avance au midi sous la forme d'un isthme long de 8^{km}, resserré entre la mer et la sebkha Halk-el-Mengel. Les dimensions de cette dernière sebkha sont au moins le double de celles qu'on lui a attribuées jusqu'ici. Elle commence au pied même des derniers mamelons du Sahel, remonte en arrière du drah Erghéla et de la sebkha Djériba, jus-

qu'à 2^{km} au nord de la kobba Sidi-Souya. A cette hauteur, elle se trouve comme adossée à la sebkha Djériba et n'en est séparée que par le drah Rouigel. Cette ondulation forme en ce point comme une levée naturelle qui empêche toute communication entre les deux sebkhas, de telle sorte que, tout en faisant partie d'un même système de lagunes, celles-ci n'en constituent pas moins deux cuvettes parfaitement distinctes.

» Cette division de la lagune en deux cuvettes différentes a son importance au point de vue hydrographique. En temps ordinaire, la sebkha Djériba et la sebkha Halk-el-Mengel, bien qu'adossées l'une à l'autre, appartiennent à deux bassins hydrographiques indépendants. Le bassin de la Djéribah reçoit les eaux de l'oued Boul, de l'oued Castleya, en un mot, de toutes les petites rivières qui descendent des hauteurs que l'on peut considérer comme les avant-monts du Zaghouay au midi. Le bassin de la sebkha Halk-el-Mengel reçoit l'oued Menfès qui lui apporte les eaux du lac Kelbiah, quand ce lac dégorge, et peut être alors considéré comme formant l'estuaire du fleuve qui traverse la Tunisie centrale. Toutefois, on peut dire qu'à l'époque des pluies les deux sebkhas ne forment plus qu'une même nappe d'eau. Un oued, l'oued Moujenin, dont j'ai pu suivre le cours depuis sa source jusqu'à son embouchure, descend du djebel Abd-El-Fadeloun, situé à 35^{km} environ de la mer, et vient atteindre le pied du drah Rouigel, au point où celui-ci se termine en pente insensible dans les terres. Ne trouvant plus d'obstacles, les eaux que cet oued entraîne se divisent. Une partie, passant en avant de cette ondulation, va se jeter dans la sebkha Djériba; l'autre partie, restant en arrière, va se perdre dans la sebkha Halk-el-Mengel. Alors, toute la portion du littoral tunisien, constituée par les trois drahs d'Erghéla, de Goula et du Rouigel, devient une île dans le sens absolu du mot, île parfaitement délimitée à l'est par la mer, à l'ouest par les sebkhas elles-mêmes, au nord et au midi par les bouches de communication des sebkhas avec la mer.

» L'isolement de cette portion du littoral ne cesse que lorsque, à la saison chaude, l'évaporation a fait disparaître la plus grande partie des eaux. Celles-ci ne stationnent alors que dans les parties les plus profondes des sebkhas, et finissent souvent par disparaître complètement; mais il n'en était pas de même autrefois. A l'époque romaine, la sebkha Halk-el-Mengel était navigable. J'ai découvert un chenal creusé de main d'homme dans l'isthme formé par le drah Erghéla, à l'endroit même où cet isthme est réduit à une épaisseur de quelques mètres. Ce chenal unissait la sebkha Halk-el-Mengel à la mer. On sait que l'explorateur Beechey avait déjà si-

gnalé, au fond du golfe de la Sidre, l'existence d'un chenal qui permettait aux vaisseaux de pénétrer de la haute mer dans l'immense lagune, aujourd'hui desséchée, qui se trouve au fond de ce golfe. De même, la sebkha Halk-el-Mengel était unie à la mer par un canal artificiel, et c'est dans ce port naturel, que forment, à l'entrée de la sebkha, les falaises du drah Erghéla, que venait s'ouvrir le canal.

» Aujourd'hui, cette issue artificielle s'est en partie obstruée. Les eaux, à l'époque des pluies, ne s'écoulent plus que par une coupure naturelle, une sorte d'hiatus s'ouvrant entre les derniers mamelons calcaires du Sahel et les dernières falaises du drah Erghéla. Ici, la sebkha n'est plus séparée de la mer que par une simple barre analogue à celle que l'on observe à l'embouchure d'un fleuve et que la moindre pluie suffit à faire disparaître. La barre de la sebkha Halk-el-Mengel est, en tous points, semblable à celle que l'on observe à l'embouchure de l'oued Mélian.

» En résumé, existence d'un grand cul-de-sac maritime au fond du golfe de Hammamet, embouchure dans ce cul-de-sac du fleuve qui recueille toutes les eaux de la Tunisie centrale, présence d'un îlot parfaitement délimité au milieu de ce cul-de-sac, navigabilité de la sebkha Halk-el-Mengel à une époque plus ou moins éloignée, telles sont les particularités géographiques que l'étude de la configuration du sol m'a permis de constater. »

OPTIQUE. — *Détermination de la valeur absolue de la longueur d'onde de la raie* D_2. Note de M. **J. Macé de Lépinay**, présentée par M. Mascart.

« Les mesures des longueurs d'onde qui correspondent aux principales raies du spectre solaire, effectuées par MM. Mascart [1], Ditschreiner [2], Van der Willigen [3] et Angström [4], sont d'une très grande concordance, du moins en valeurs relatives; mais il n'en est plus de même en valeurs absolues : les nombres suivants représenteraient en effet tous les trois la longueur d'onde de la raie D_2 dans l'air, à la température ambiante,

$5,8989 \times 10^{-5}$ cent. (Ditschreiner),
5,8922 » (Van der Willigen),
5,8891 » (Angström).

[1] *Annales de l'École Normale supérieure*, t. IV, p. 7 (1867).
[2] *Académie des Sciences de Vienne*, octobre et décembre 1864.
[3] *Archives du Musée Teyler*, t. I, Harlem, 1886.
[4] *Recherches sur le spectre solaire*, Upsal, 1868.

» En présence de pareilles divergences entre des nombres obtenus par la même méthode (réseaux) et malgré les garanties d'exactitude que semble offrir le dernier d'entre eux, il m'a paru nécessaire de procéder à une nouvelle détermination par une voie complètement différente, qui permet d'atteindre une très grande exactitude.

» Imaginons un solide, de forme géométriquement définie, dont on puisse déterminer, par une méthode optique, les dimensions principales, en fonction de la longueur d'onde de la raie D_2, prise pour unité. On pourra déduire, de l'ensemble de ces mesures, son volume u, en fonction de celui d'un cube qui aurait cette longueur d'onde comme côté. Déterminons, d'autre part, la valeur absolue, en grammes, de la perte de poids de ce même solide immergé dans l'eau distillée et privée d'air; nous en conclurons le volume en millilitres V de ce corps. La longueur d'onde cherchée sera donnée par

$$\lambda = \sqrt[3]{\frac{V}{u}}.$$

» Cette longueur d'onde sera exprimée, il est vrai, non en centimètres, mais en fonction d'une unité peu différente, bien définie, qui est le côté du cube qui, rempli d'eau distillée à 4°, en contiendrait un gramme (millilitre).

» La matière adoptée pour constituer ce solide est le quartz, pour lequel les données nécessaires pour les corrections de température sont connues. La forme est celle d'un parallélépipède rectangle, de $0^m,01$ environ de côté dans les trois directions. Il a été taillé avec une rare perfection, tant au point de vue de la planéité des faces que de leur rectangularité, par M. Laurent, grâce aux appareils imaginés par lui ([1]).

» La méthode optique repose sur l'emploi des franges de Talbot; je renverrai à ce sujet à une précédente Communication ([2]). On a effectué douze

---

([1]) On a tenu compte dans les calculs de la forme des surfaces du parallélépipède, qui ont été étudiées en détail par les anneaux de Newton, ainsi que de la présence de quelques écailles sur les arêtes, qui ont été mesurées au moyen de la machine à diviser.

([2]) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. C, p. 1377 (1885). Grâce à l'emploi de trois lames auxiliaires, de 2^{mm}, 4^{mm} et 6^{mm} d'épaisseur, également taillées par M. Laurent, on a pu ramener les mesures relatives au cube à celles d'épaisseurs ne dépassant pas 2^{mm}. Les indices pour les principales raies du spectre du quartz employé ont été directement mesurés au moyen d'un prisme à faces parfaitement planes, tiré du même bloc de quartz que le cube.

mesures d'épaisseur, à savoir en quatre régions différentes pour la distance de chaque couple de faces parallèles.

» Afin d'obtenir plus de précision dans les pesées, on a : 1° déterminé à quelques centièmes de milligramme près le poids absolu du parallélépipède, par comparaison avec un étalon en quartz que M. Thiesen, adjoint au Bureau international des Poids et Mesures, a bien voulu peser; 2° déterminé sur un échantillon plus lourd, mais tiré du même morceau, la densité du quartz (méthode hydrostatique). Cette dernière, $d_0 = 2,65085$, qui paraît exacte à quelques unités près du dernier ordre décimal, ne diffère que de $\frac{1}{25000}$ (¹) de celle trouvée par M. Marek, au Bureau international des Poids et Mesures.

» Le résultat général est que la longueur d'onde de la raie D_2, dans le vide, est

$$5,8917 \times 10^{-5} \text{ (millilitre)}^{\frac{1}{3}},$$

et dans l'air, à 0°, à la pression normale

$$5,8900 \times 10^{-5} \text{ (millilitre)}^{\frac{1}{3}}.$$

» Ces nombres, grâce aux précautions prises, dont le détail sera publié ultérieurement, paraissent exacts à une ou deux unités près du dernier chiffre conservé. Ils pourront être transformés en centimètres aussitôt que de nouvelles déterminations auront permis de fixer le rapport exact du litre au décimètre cube. »

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur une illusion visuelle.* Note de M. AUG. CHARPENTIER.

« Il y a déjà un certain nombre d'années que j'ai observé l'illusion suivante : lorsque l'œil regarde pendant quelque temps dans une *complète* obscurité un objet immobile de petit diamètre et faiblement éclairé, il arrive très souvent que cet objet paraît nettement se mouvoir avec une certaine vitesse dans une direction déterminée du champ visuel. Ce phénomène, quand il a lieu, est très frappant, et presque toutes les personnes sur les-

(¹) *Travaux et Mémoires*, t. III, p. D. 90 (1884). Remarquons qu'à une erreur de $\frac{1}{25000}$ sur la densité ne correspond qu'une erreur de $\frac{1}{75000}$ sur la longueur d'onde cherchée.

quelles j'ai essayé de le reproduire l'ont constaté. C'est une apparence analogue à celle d'une étoile filante, mais moins rapide. La vitesse angulaire du déplacement apparent de cet objet m'a paru être en moyenne de 2° à 3° par seconde.

» La direction du déplacement est variable : le plus souvent, pour moi, l'objet paraît filer suivant une ligne courbe allant de bas en haut et de dedans en dehors, mais cette direction peut être tout autre; quelquefois l'objet suit successivement des voies différentes, il peut décrire des sinuosités ou des zigzags; enfin le phénomène n'est pas continu d'ordinaire.

» L'étendue totale du déplacement est variable, elle peut atteindre et dépasser 30°.

» En réfléchissant aux causes possibles de cette illusion, j'ai songé tout d'abord à un déplacement inconscient de l'œil. Cette explication doit être rejetée : l'œil reste fixe ainsi que l'objet. En effet, on peut donner à ce dernier la forme d'un groupe de petits points très rapprochés qui ne peuvent être vus distincts que par le centre de la rétine; or, avec ce contrôle, l'illusion persiste. En outre, l'expérience réussit avec la vision binoculaire, et un déplacement simultané, exactement symétrique et assez étendu des deux yeux ne passerait pas inaperçu.

» L'illusion a donc lieu réellement dans l'œil fixe regardant un objet fixe.

» J'ai cherché de plus si le point de départ de cette apparence n'était pas une position insolite de l'œil par rapport à la tête, position qui produirait une contraction tonique anormale du muscle correspondant au sens du déplacement apparent de l'objet. Mais les attitudes diverses que j'ai données à l'œil n'ont pas empêché le phénomène de se produire et n'y ont rien introduit de spécial.

» Un fait qui peut jeter quelque lumière sur la production de cette illusion, c'est qu'*il est possible de provoquer volontairement le déplacement apparent de l'objet dans un sens déterminé*. Il suffit pour cela de songer à apercevoir un autre objet ou à accomplir un acte dans la direction souhaitée. Par exemple, tout en ayant l'œil fixé à l'oculaire de la chambre noire qui me sert pour ces expériences, je songe à ramasser une épingle, un livre par terre, et je vois, non toujours, mais le plus souvent, l'objet se déplacer vers le bas; si je pense à la cheminée du toit qui est en face de ma fenêtre, l'objet file en haut, etc. Je le répète, il s'agit d'une sensation très nette et que tout le monde peut obtenir.

» On m'a objecté que mon œil accomplissait lui-même le mouvement

pensé, mais cela est inexact, je me suis assuré du contraire; d'ailleurs, il est aisé de voir que, l'œil regardant vers le haut, l'objet devrait au contraire paraître filer en bas, et réciproquement.

» Dans quelles conditions sentons-nous ordinairement qu'un objet se déplace quand le corps et la tête sont immobiles et que nous n'avons pas de points de repère dans le champ visuel? 1° Si l'œil est immobile, l'image de l'objet se déplace sur la rétine et met en jeu une tendance de l'œil à se déplacer lui-même pour suivre le mouvement de l'objet (tendance motrice des parties excentriques de la rétine). 2° L'image de l'objet peut rester fixée au centre de la rétine, mais alors l'œil se meut réellement pour assurer cette fixité, et nous percevons ce mouvement de l'œil. Or, dans notre expérience, nous avons bien cette condition, fixité de l'image rétinienne, mais il manque la contraction musculaire qui devrait l'accompagner. Puisque nous percevons réellement un déplacement de l'objet lorsque nous pensons au déplacement du regard, il faut donc que l'idée, comme on l'a dit, soit bien un commencement, une ébauche de l'acte moteur, un effort moteur non suivi d'effet.

» On pourrait alors expliquer l'illusion en question, quand elle n'est pas provoquée par l'observateur, par des efforts inconscients se produisant dans le cerveau d'une façon presque continue en même temps que le phénomène bien connu de l'association des idées. Je donne cette explication, bien entendu, à titre de simple hypothèse. »

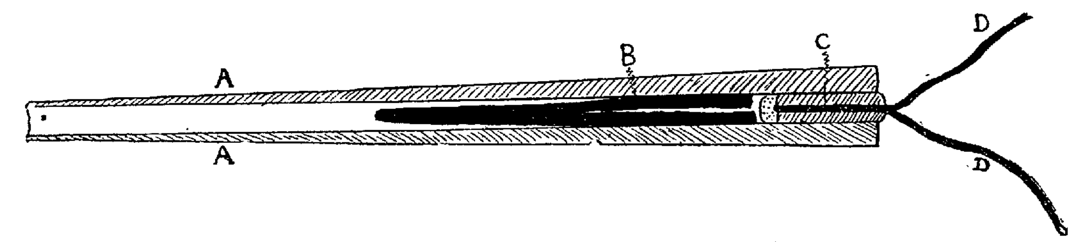
ÉLECTRICITÉ. — *Nouvelles amorces électriques pour l'inflammation des mines.* Note de MM. **Scola** et **Ruggieri**, présentée par M. Cailletet.

« L'inflammation des mines chargées à la poudre ordinaire ou à la dynamite présente de nombreuses difficultés et des dangers qui peuvent être entièrement évités par l'emploi de nos nouvelles amorces électriques.

» Ces amorces se composent de deux fils de cuivre D, D recouverts de coton et enroulés à l'une de leurs extrémités sur un petit cylindre en bois C. Autour de ces fils et de leur support on colle une cartouche en papier, remplie d'une pâte fusante, mélange de chlorate de potasse, de salpêtre, de sulfure d'antimoine et de charbon de cornue finement pulvérisé : cette dernière matière est destinée à donner une faible conductibilité à la masse.

» Les fils ainsi disposés sont fixés à l'extrémité d'un tube en papier AA qui contient un porte-feu ou mèche en pulvérin B.

» Lorsqu'on veut déterminer l'explosion d'une mine chargée à la poudre ordinaire, on réserve dans le bourrage un étroit cylindre vide au moyen d'une *épinglette*. C'est à la partie supérieure de ce canal que l'on place l'amorce que nous avons décrite. Il suffit de relier ses deux fils à une bobine d'induction, ou mieux à l'ingénieux appareil dit *coup-de-poing*, pour obtenir au moment voulu une étincelle d'extra-courant qui enflamme la pâte



fusante. Les gaz produits dans cette combustion allument la mèche en pulvérin et la projettent avec une grande vitesse jusqu'au sein de la mine.

» Lorsqu'on emploie de la dynamite, on ajoute une amorce fulminante, sur laquelle vient buter la mèche au moment de sa projection.

» L'emploi de nos nouvelles amorces assure l'inflammation des mines, empêche tout accident résultant du retard dans l'inflammation, et rendra, nous l'espérons, de sérieux services à de nombreuses industries. »

ÉLECTRICITÉ. — *Appareil destiné à vérifier la fabrication des amorces électriques.* Note de M. **Ducretet**, présentée par M. Cailletet.

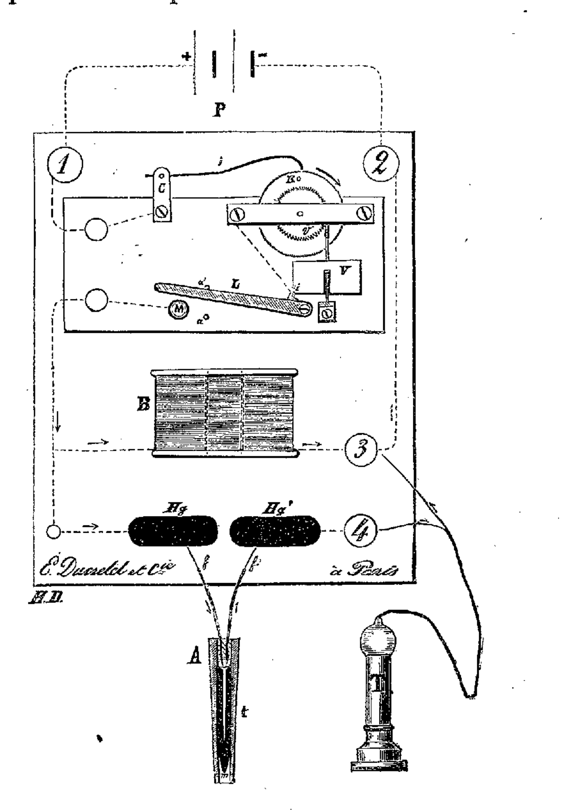
« Dans la fabrication des amorces électriques destinées à l'inflammation des mines, on a dû chercher par un procédé rapide à s'assurer d'avance de la qualité de ces amorces, de façon à éliminer toutes celles dont l'effet ne serait pas certain.

» Pour arriver à ce résultat, les amorces doivent être construites de telle sorte que l'étincelle de l'extra-courant de l'appareil électrique éclate certainement au milieu de la composition fusante. Il faut donc s'assurer : 1° que les deux fils de cuivre ne sont pas en contact *métallique*, ce qui arriverait dans le cas où l'enveloppe protectrice serait enlevée; 2° que ces deux fils sont cependant assez rapprochés pour que l'étincelle éclate entre eux.

» Ces conditions, fort délicates en apparence, peuvent cependant être vérifiées de la manière la plus complète au moyen d'un appareil que j'ai

construit. Cet appareil se compose d'une pile P de trois éléments Leclanché, dont le courant traverse un interrupteur à mouvement d'horlogerie R, puis une bobine B à fil mince, et aboutit à deux coupelles de mercure Hg et Hg'.

» Enfin, un téléphone T est placé en dérivation sur le circuit.



» Lorsqu'on met en mouvement l'interrupteur et qu'on plonge dans chacune des coupelles un des fils de l'amorce, on constate que, dans le cas où il y a contact métallique entre les fils de cuivre, on perçoit dans le téléphone un bruit insupportable. Si, au contraire, les deux fils sont absolument isolés, le téléphone reste muet, et enfin, si l'amorce est de bonne qualité, on perçoit une faible crépitation résultant du passage de l'électricité à travers de la matière fusante qui renferme une notable proportion de charbon de cornue.

» Dans ce dernier cas seulement, l'amorce est reconnue de bonne qualité et l'on peut être assuré qu'elle s'enflammera certainement.

» On peut donc avec cet appareil vérifier dans un temps très court un

très grand nombre d'amorces dont la résistance est supérieure à un million d'ohms, et être assuré de leur qualité. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Le cyclone du 12 mai à Madrid.* Note de M. **A.-F. Noguès**, présentée par M. Faye.

« Le jeudi 6 mai, des nuages troublent la transparence du ciel de Madrid; le baromètre commence à descendre, mais la baisse s'accentue surtout dès le 11 mai. Le mercredi 12, une brusque dépression se produit; à 1^h de l'après-midi, le baromètre marquait $700^{mm},20$; à 3^h, la pression descend à $698^{mm},92$; à 6^h du soir, à $694^{mm},10$, et à $693^{mm},36$ à 9^h du soir.

» Vers $6^h 25^m$ du soir, les éclairs sillonnent la nue, le tonnerre gronde, la pluie tombe en abondance, mêlée de grêle à grêlons de petit volume; la pluie se répète encore à 8^h du soir et à 11^h de la nuit. Au commencement de la tourmente, les nuages venaient du sud et du sud-ouest; la direction du vent était d'abord sud-est, puis elle tourna brusquement à l'est-nord-est, et, pendant que l'orage se déchargeait sur Madrid, la direction du vent était au nord, le courant d'en bas contrariant le mouvement des nuages qui étaient poussés en sens contraire. Déjà, depuis la veille, le ciel de Madrid était couvert d'une espèce de brouillard ou nuage transparent, de couleur rougeâtre, à travers lequel s'apercevaient les étoiles.

» A $6^h 50^m$ du soir, le vent s'élève au nord-ouest et puis passe à l'ouest; un peu avant 7^h du soir, il tourne au sud-ouest; à mesure que le vent change ainsi de direction, il augmente excessivement en intensité et en vitesse, et finalement souffle en *tourbillonnant*. Ce mouvement de rotation a eu surtout lieu de $7^h 1^m$ à $7^h 6^m$ environ, durant cinq minutes, et avec une telle force que, dans ce court espace de temps, les dégâts produits ont été très considérables. Le baromètre, qui, depuis midi à 6^h du soir, avait éprouvé une dépression de 6^{mm}, oscilla encore d'une manière violente, à deux reprises presque instantanées, au moment du maximum d'intensité de l'ouragan.

» Au moyen des dégâts, on peut suivre l'itinéraire du météore dans Madrid. Ces dégâts se trouvent sur une ligne courbe qui marche du sud à l'est de Madrid. Le phénomène se développa d'abord à la Pradera de San-Isidro, embrassant une zone limitée par le village de Carabanchel, à droite, et la Porte de Tolède à gauche; il suivit la ronda de Valence, le chemin des Jesarios, passa par la Porte d'Atocha, le Jardin botanique, le Retiro et

atteignit les Ventas del Espiritu Santo. Le point de l'intensité maximum se trouve compris entre la Porte d'Atocha et les hauteurs du Retiro. On peut facilement suivre sur un plan de Madrid la zone où le météore a fait ses plus grands dégâts. Le cyclone paraît s'être arrêté près de la fontaine de Cybèle, presque en face de la rue d'Alcola ([1]). Les courants aériens, déterminés par la rivière, auraient-ils modifié le mouvement en tourbillon de l'air?

» Le mouvement cyclonique s'est étendu au sud de Madrid; à Aranjuez, les dégâts ont été considérables. Les courants de l'Atlantique sont allés vers la Manche et l'Andalousie. En Andalousie, le jour du cyclone, la température a baissé considérablement et s'est maintenue froide les 12 et 13 mai; il a plu en certaines localités, par un vent nord-ouest, ces mêmes jours 12 et 13.

» En résumé, un ouragan d'une intensité peu ordinaire a sévi sur Madrid dans la soirée du 12 mai. Le phénomène cyclonique, bien caractérisé par le mouvement de l'air en rotation, n'a pas dépassé 50^{km} au sud de Madrid; le mouvement de rotation de l'air a été concentré, sur un espace circonscrit, dans la capitale de l'Espagne. La direction du vent a changé plusieurs fois dans un intervalle très court, la girouette parcourant la rose des vents dans son entier, directions en relation avec le mouvement gyratoire de l'air, qu'il est facile de représenter graphiquement sur un cercle. En quelques minutes, le vent a fait le tour de l'horizon S.-O., S.-E., N., E.-N.-E., O., N.-O., S.-O, accomplissant le cercle de rotation du météore cyclonique. »

THERMOCHIMIE. — *Sur deux états différents de l'oxyde noir de cuivre.* Note de M. **Joannis**, présentée par M. Berthelot.

« L'oxyde noir de cuivre possède des propriétés bien différentes, selon qu'il a été préparé à basse ou à haute température. C'est un fait assez général dans les propriétés des oxydes : on sait depuis longtemps que le sesquioxyde de fer, l'alumine fortement calcinés ne se dissolvent qu'avec une extrême lenteur dans les acides même concentrés et chauds. Le bioxyde

---

([1]) Il s'agit sans doute, à en juger par cette intéressante description, d'un violent tornado, né au sein d'un phénomène cyclonique très étendu, sur lequel il serait désirable d'obtenir des renseignements complets. (*Note de M. Faye.*)

de cuivre est dans ce cas : préparé à basse température, il se dissout facilement dans les acides étendus. Fortement calciné, le même oxyde ne se dissout que très lentement dans les acides concentrés et bouillants. Il était difficile d'admettre que ces différences de propriétés fussent dues uniquement à un état physique particulier, à une porosité plus ou moins grande de la matière; il était plus probable que les oxydes facilement attaquables se distinguaient de ceux qui l'étaient à peine par des chaleurs de formation propres à ces deux états. C'est la mesure de cette différence de chaleurs de formation qui fait l'objet de cette Note. Des études de ce genre n'ont pu être faites jusqu'à présent sur les oxydes calcinés parce qu'ils ne peuvent être attaqués par aucun réactif, au moins d'une façon complète, dans les conditions où l'on doit se placer pour les recherches thermochimiques, c'est-à-dire à la température ordinaire et en quelques minutes. Cependant, j'ai pu dissoudre l'oxyde de cuivre fortement calciné dans un mélange d'iodure d'ammonium et d'acide chlorhydrique. Dans cette réaction c'est l'acide iodhydrique qui joue le rôle le plus important; néanmoins ce mélange est beaucoup plus actif que l'acide iodhydrique pur, à cause des combinaisons secondaires formées par l'iodure d'ammonium avec les iodures de cuivre. Si l'on verse 1^{gr} d'oxyde de cuivre dans 10^{cc} d'une dissolution faite avec 100^{cc} d'acide chlorhydrique à $2^{éq},5$ par litre et 100^{gr} d'iodure d'ammonium, la dissolution est terminée après dix minutes environ. L'opération se fait dans un tube à essai plongeant dans l'eau du calorimètre; un tube en verre, terminé par une sphère de diamètre à peine inférieur à celui du tube, constitue un écraseur s'appliquant très bien sur le fond du tube à essai, ce qui permet d'opérer rapidement la dissolution. Le thermomètre calorimétrique plonge dans l'eau du calorimètre.

» La réaction qui se produit avec l'acide iodhydrique est exprimée par la formule suivante :

$$2CuO + 2HI = Cu^2I + 2HO + I.$$

» Avec le mélange employé, la réaction se complique d'actions secondaires dont il serait difficile de tenir compte. Mais, comme l'on cherche seulement la différence des chaleurs de formation des deux oxydes noirs de cuivre, il suffit de placer un même poids des deux oxydes dans des conditions exactement identiques pour obtenir des états finaux également identiques. Dès lors, la différence des chaleurs dégagées dans les deux réactions représente la différence des deux états initiaux de l'oxyde de cuivre.

» L'oxyde noir de cuivre a été préparé à basse température en faisant

bouillir de l'eau céleste; on a ainsi recueilli des paillettes noires d'oxyde de cuivre renfermant beaucoup d'eau qui semble être de l'eau d'hydratation. Cette matière ne perd son eau qu'avec une extrême lenteur : de l'oxyde de cuivre ayant séjourné dans le vide sec à la température ordinaire pendant trente-trois jours renfermait encore, après ce temps, 6,91 pour 100 d'eau. Le même oxyde maintenu vers 110° pendant trente-trois jours et trente-trois nuits renfermait, après ce temps, 3,94 pour 100 d'eau. Au contraire, l'oxyde noir fortement calciné, puis imbibé d'eau et placé dans l'étuve à 110°, perd sensiblement la totalité de son eau en quelques heures. A 440° dans le vide sec on peut dessécher assez rapidement l'oxyde de cuivre préparé à basse température : c'est ainsi qu'en opérant avec 5^{gr} d'oxyde, huit heures ont été nécessaires pour chasser toute l'eau.

» C'est cet oxyde, desséché à 440°, qui a servi pour les expériences suivantes; l'oxyde calciné à haute température a été obtenu en décomposant par la chaleur soit le sulfate, soit l'azotate de cuivre; les deux oxydes ainsi obtenus se sont comportés de même. On a toujours mis 1^{gr} d'oxyde pour 10^{cc} de la liqueur acide; on a ainsi trouvé :

	Élévations de température.	Calories correspondantes pour $1^{éq}$.
	°	Cal
1. Avec l'oxyde provenant de l'azotate	+0,389	8,09
2. » » du sulfate	+0,386	8,03
3. » préparé à basse température...	+0,438	9,11

» Ces nombres montrent que la calcination de l'azotate ou du sulfate donne des oxydes absolument semblables. Au contraire, entre les oxydes préparés à basse température et à haute température il y a une différence de 1^{Cal} environ. C'est une différence assez considérable, voisine de celles que l'on observe dans la transformation du charbon de bois en diamant ($+1^{Cal},5$), du sélénium vitreux en sélénium métallique ($+0^{Cal},9$), et dans les changements qu'éprouvent divers précipités après leur formation [carbonate d'argent 1,5 et iodure d'argent 3,4 au minimum (Berthelot)].

» Les expériences suivantes montrent que l'eau que contient l'oxyde de cuivre préparé à basse température existe dans ce corps à l'état de combinaison; on a dissous dans le même liquide que précédemment des poids de matière différents, mais tels que chacun d'eux contînt exactement 1^{gr} d'oxyde anhydre.

» Les élévations de température correspondantes ont été :

	Eau pour 100.	
1 (1). Pour un oxyde contenant	6,91	+0°,409
2 (2). »	6,72	+0,406
3 (3). »	3,94	+0,422
4 (4). »	0	+0,438

» On voit que l'eau existant dans ces corps y est bien à l'état de combinaison, puisque leurs chaleurs de dissolution sont différentes; j'ai, d'ailleurs, vérifié que la petite quantité d'eau ainsi introduite dans le liquide acide ne donnait lieu à aucun dégagement sensible de chaleur. Il m'est impossible actuellement de fixer la composition de cet hydrate qui a varié, dans mes expériences, entre $CuO\frac{1}{2}HO$ et $CuO\frac{1}{3}HO$. »

CHIMIE. — *Action de l'air, de la silice et du kaolin sur les sels haloïdes alcalins. Nouveaux modes de préparation de l'acide chlorhydrique, du chlore et de l'iode.* (Extrait). Note de M. **Alex. Gorgeu**, présentée par M. Friedel.

« *Action de l'air.* — Les chlorures et bromures alcalins fondus au rouge cerise et soumis pendant trente minutes à l'action d'un courant d'air sec perdent au plus $\frac{1}{1000}$ de leur poids. Dans les mêmes conditions, l'iodure de potassium éprouve une décomposition six fois plus grande; celle de l'iodure de sodium est plus forte encore. En présence de l'air humide, les pertes de poids sont de $\frac{3}{1000}$ à $\frac{6}{1000}$ avec les chlorures et les bromures, de $\frac{15}{1000}$ à $\frac{20}{1000}$ avec l'iodure de potassium et de $\frac{50}{1000}$ à $\frac{70}{1000}$ avec l'iodure de sodium.

» *Action de la silice et du kaolin.* — La silice calcinée, le sable, agissent à peine sur les chlorures fondus au rouge cerise dans un courant d'air sec, et très difficilement au sein de la vapeur d'eau; l'action du kaolin anhydre est beaucoup plus forte. La silice hydratée, en présence de la vapeur d'eau, agit mieux que lorsqu'elle a été calcinée, mais toujours très lentement; le

(1) Desséché dans le vide pendant trente-trois jours.
(2) Autre échantillon.
(3) Desséché à 110° pendant le même temps.
(4) Desséché à 440° dans le vide, anhydre.

kaolin hydraté, au contraire, décompose une forte proportion de chlorure.

» Les bromures, celui de sodium surtout, sont un peu plus sensibles que les chlorures à l'action de la silice et de l'argile; les iodures, et particulièrement celui de sodium, éprouvent une décomposition beaucoup plus rapide que les chlorures et les bromures.

» Il sera traité plus loin de la nature des produits volatils dégagés dans ces diverses réactions; celle des produits fixes varie avec la nature de l'agent de décomposition employé. La silice produit des silicates solubles dans l'eau; avec le kaolin, le composé qui prend naissance est une combinaison de silicate double neutre, $2SiO^2Al^2O^3NaO$, et de sel haloïde. Cette combinaison, insoluble dans l'eau, soluble dans les acides étendus, a été décrite page 1108.

» Si l'on considère à la fois l'ensemble des faits déjà connus ou nouveaux que je viens d'exposer, la nature des fumerolles qui se dégagent pendant les éruptions volcaniques et l'abondance des éléments siliceux et alumineux contenus dans les laves, il semble naturel d'attribuer, au moins en partie, les alcalis qu'elles renferment à la décomposition des chlorures alcalins. Ne voit-on pas, en effet, dans toutes les éruptions modernes, parmi les fumerolles, les unes dégager des chlorures alcalins, éléments propres à céder des alcalis, sous l'influence de la vapeur d'eau, au sable et à l'argile; d'autres dégager de l'air mêlé de vapeur d'eau, agents nécessaires à la décomposition des chlorures; d'autres enfin, de l'acide chlorhydrique, résultat gazeux de cette décomposition. Les argiles sont donc des corps avides d'alcalis. Ce fait permet d'expliquer la présence des alcalis dans les laves modernes, sans toutefois exclure l'action déjà admise, mais beaucoup moins énergique, de la vapeur d'eau et de la silice sur les sels haloïdes alcalins.

» *Sur l'origine du sel gemme à Dieuze.* — Lorsque l'on soumet à l'action de la vapeur d'eau et d'un excès d'argile un mélange fondu de chlorure et d'iodure alcalins, on constate que l'iodure est décomposé le premier et disparaît complètement après une heure. La vapeur d'eau seule agit de même, mais plus lentement. En employant un mélange de chlorure et de bromure alcalins, on n'observe pas que ce dernier sel soit d'abord décomposé par l'argile; il en est de même avec le chlorure de sodium additionné de chlorure de calcium : dans ce dernier cas, la partie soluble dans l'eau contient toujours du chlorure de calcium. Le chlorure de magnésium, au

contraire, ajouté aux chlorures alcalins, disparaît le premier et assez rapidement.

» On peut tirer de ces faits, il me semble, la conclusion suivante : parmi les dépôts de sel gemme, ceux qui ont été déposés à la suite d'éruptions ignées, s'il en existe, doivent être caractérisés par l'absence d'iodure alcalin et de chlorure de magnésium. L'absence de ces deux composés a été observée à Dieuze dans le sel gemme des gîtes salifères et, suivant Élie de Beaumont, ces gîtes présentent une analogie frappante avec certains produits dérivés directement de l'activité volcanique (de Lapparent, *Géologie*, p. 802).

» *Nouveaux modes de préparation de l'acide chlorhydrique, du chlore et de l'iode.* — Lorsque l'on chauffe un mélange d'argile ordinaire et de chlorure de sodium ou de potassium, il se dégage de l'acide chlorhydrique au rouge sombre; si l'on continue l'action de la chaleur en présence de la vapeur d'eau, on provoque la décomposition d'une proportion importante de chlorure, proportion qui dépend de la quantité d'alumine renfermée dans l'argile. Les bromures dans les mêmes conditions donnent naissance à de l'acide bromhydrique. Les iodures ne dégagent que de l'iode.

» Si l'on fait usage d'argile anhydre et que l'on opère sa calcination dans un courant d'air sec, on produit un abondant dégagement de chlore, de brome ou d'iode, mais la réaction est plus lente qu'avec l'argile hydratée.

» Je me suis proposé de rechercher si, en opérant dans des tubes de porcelaine sur 100^{gr} de mélange, ces nouveaux modes de préparation pourraient être utilisés dans l'industrie.

» Il résulte des expériences faites pour préparer l'acide chlorhydrique qu'il faut opérer avec soin le mélange de l'argile avec la proportion de sel marin qu'elle peut décomposer complètement; cette proportion, pour une argile qui, supposée anhydre, contient $\frac{35}{100}$ d'alumine, s'élève à $\frac{22}{100}$ de son poids, déduction faite de l'eau qu'elle renferme. On amène ensuite le mélange au rouge cerise et on le maintient à cette température pendant trois quarts d'heure dans un courant de vapeur d'eau. Après ce temps, on se trouve avoir recueilli l'acide chlorhydrique correspondant aux $\frac{97}{100}$ du chlorure de sodium employé. Malgré la facilité avec laquelle s'opère cette réaction, le prix de revient de l'acide produit dépasse beaucoup celui de l'acide obtenu par le procédé ordinaire.

» Le mode de préparation du chlore exige une calcination au rouge sombre de l'argile pulvérisée, calcination conduite de manière à laisser dans l'argile $\frac{4}{100}$ d'eau environ. La calcination du mélange doit durer deux heures et être faite au rouge cerise clair; enfin l'emploi d'un courant d'air sec est mécessaire. Dans ces conditions, en opérant sur 100^{gr} de mélange renfermant $\frac{21}{100}$ de sel marin et $\frac{79}{100}$ d'argile à $\frac{35}{100}$ d'alumine, on trouve que 100^{gr} de sel ne peuvent produire plus de 25^{gr} à 30^{gr} de chlore sur les 61^{gr} qu'ils contiennent. Les appareils en fer ou en terre réfractaire ne pourraient être employés qu'après avoir été enduits d'un émail convenable. Dans ces conditions, d'après l'avis de personnes compétentes, il paraît peu probable que ce nouveau mode de préparation du chlore puisse devenir industriel.

» La préparation de l'iode au moyen du kaolin est très facile; elle n'exige que le rouge sombre et peut être effectuée dans un courant d'air ordinaire. Il est inutile de calciner l'argile, et en une heure de chauffe le kaolin peut décomposer son poids d'iodure de potassium. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *De l'oxydation des huiles.* Note de M. **Ach. Livache**, présentée par M. Peligot.

« Les conditions dans lesquelles la siccativité des huiles peut être amenée à son maximum ont été, précédemment, de ma part, l'objet de deux Communications (*Comptes rendus*, t. XCVI, p. 260, et t. XCVII, p. 1311), et j'ai montré que cette siccativité, se traduisant par une rapide absorption d'oxygène, est activée par l'introduction, dans les huiles, de certains métaux, parmi lesquels il faut mettre au premier rang le plomb et le manganèse.

» La méthode qui, finalement, m'a donné les meilleurs résultats, tant au point de vue des essais de laboratoire qu'à celui d'un procédé actuellement appliqué dans l'industrie, consiste à agiter l'huile avec un mélange de plomb divisé (obtenu par précipitation, au moyen de lames de fer ou de zinc, d'une solution d'un sel de plomb) et de nitrate de manganèse, sel dont la solubilité est notable dans les huiles, puis à agiter l'huile après décantation, avec de l'oxyde de plomb, de manière à décomposer l'excès de nitrate de manganèse, dont la déliquescence serait un inconvénient. Dans ces conditions, avec l'huile de lin par exemple, on obtient un produit qui, exposé à l'air en couche mince, sèche en moins de quatre heures, à la température ordinaire.

» Il m'a semblé intéressant d'appliquer la même méthode, non seulement à l'huile de lin, mais à d'autres huiles végétales, tant siccatives que non siccatives, et d'étudier les modifications que produirait cette absorption maxima d'oxygène. J'ai traité, en suivant la marche indiquée précédemment, un certain nombre d'huiles d'origine certaine, puis j'en ai exposé une quantité déterminée à l'action de l'air, dans de larges verres de montre tarés, disposés de manière à pouvoir fréquemment renouveler la surface du liquide.

» L'augmentation de poids, rapide pour les huiles siccatives, fut beaucoup plus lente pour les huiles non siccatives; mais, en donnant à l'expérience une durée exagérée de deux années, j'ai constaté, d'une part, que les huiles siccatives qui avaient notablement augmenté de poids, en donnant naissance à des corps solides et élastiques, se mettaient, après une année environ, à subir une perte de poids, en même temps que la masse, précédemment bien sèche, devenait légèrement visqueuse à la surface; d'autre part, les huiles non siccatives, dont le poids continuait à augmenter pendant un temps beaucoup plus long, s'épaississaient notablement et fournissaient, dans certains cas, une masse solide ne happant plus que légèrement au doigt.

» Le Tableau suivant indique ces variations de poids et de consistance :

Huiles siccatives.

Huiles.	Augmentation de poids pour 100 après un an.	Augmentation de poids pour 100 après deux ans.	État final de l'échantillon après 2 ans.
Lin	10,3	7,0	D'abord sec, devenu légèrement visqueux.
Noix	9,4	7,6	» devenu un peu visqueux.
Œillette	8,0	5,3	» se liquéfie sensiblement.
Coton	6,3	4,5	» »
Faîne	6,1	5,0	» happe au doigt.

Huiles non siccatives.

Huiles.	après un an.	après deux ans.	État final de l'échantillon après 2 ans.
Colza	6,0	5,3	Solidifié, transparent, happe au doigt.
Sésame	5,2	4,8	»
Arachide	5,7	5,6	Très épaissi, mais resté visqueux.
Navette	5,8	5,4	Solidifié, transparent, happe au doigt.
Olive	5,3	5,7	Très épaissi, mais resté visqueux.

» Dans ces divers échantillons, j'ai dosé à deux reprises, d'abord après une année et ensuite après deux années, la quantité des acides gras

obtenus après décomposition, par l'acide sulfurique, de l'échantillon saponifié. Les acides gras insolubles furent séparés avec le plus grand soin, et, pour plus d'exactitude, le liquide décanté fut filtré; dans ce liquide filtré, l'excès d'acide fut saturé par le carbonate de potasse, et le résidu, après évaporation, fut repris par l'alcool absolu; la solution alcoolique fut évaporée et donna une certaine quantité de sels potassiques solubles dans l'alcool absolu; la potasse fut dosée directement et, par différence, j'ai obtenu la proportion des acides qui, après décomposition du produit saponifié, étaient restés en dissolution dans l'eau ou dans l'eau légèrement acidulée (acides caprylique, caproïque, propionique, acétique, etc.).

» Le Tableau suivant résume ces deux séries d'analyses :

	Acides gras insolubles		Acides solubles	
Huiles.	après un an.	après deux ans.	après un an.	après deux ans.
Lin	44,3	38,2	40,9	50,2
Noix	»	45,4	»	37,6
Œillette	51,4	44,4	33,0	42,3
Coton	61,7	57,6	30,9	31,9
Faîne	64,4	55,2	25,6	39,1
Colza	76,7	69,1	»	26,1
Sésame	76,8	68,7	22,2	25,0
Arachide	72,5	66,6	24,5	29,7
Navette	77,2	75,8	15,6	19,4
Olive	73,1	66,2	»	28,9

» Les conclusions que l'on peut tirer des chiffres précédents sont les suivantes :

» En premier lieu, l'oxygène agissant sur les huiles siccatives pour les transformer rapidement en produits solides ou sur les huiles non siccatives pour les rancir lentement convertit une partie des acides gras insolubles en acides solubles; avec le temps, cette transformation, dont l'importance est proportionnelle à la siccativité de l'huile considérée, s'accroît d'une manière continue, les acides gras à molécule élevée se dédoublant, après oxydation, en acides homologues à poids atomique moins élevé.

» En second lieu, l'examen tant des produits eux-mêmes que des résultats d'analyse montre qu'après deux années les huiles non siccatives se rapprochent sensiblement de l'apparence et de la composition qu'avaient, après une année, certaines huiles siccatives déjà solidifiées. Cette action est relativement lente dans les conditions des expériences précédentes, mais il est à supposer que le même résultat serait obtenu plus rapidement

si l'on pouvait mettre les huiles non siccatives dans des conditions telles qu'elles absorbassent plus rapidement l'oxygène; dans certains cas, ces huiles se transformeront alors en produits solides : des essais tentés dans ce sens m'ont déjà fourni des résultats concluants.

» Je continue du reste cette étude ainsi que celle des divers produits obtenus pendant ces transformations successives. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur une cause peu connue de corrosion des générateurs à vapeur*. Note de MM. **D. Klein** et **A. Berg**, présentée par M. Berthelot.

« Il y a quelque temps, l'Ingénieur en chef de l'Association des propriétaires d'appareils à vapeur du sud-est de la France nous demanda si, à notre avis, la présence d'une matière organique neutre dans un générateur à vapeur pouvait être une cause de corrosion des tôles.

» Il arrive souvent, en effet, dans les sucreries et raffineries, où les sirops sont évaporés dans le vide à l'aide de chaudières chauffées par des serpentins où circule la vapeur, avec retour à la chaudière des eaux condensées, que, par suite de l'état défectueux des appareils, il y ait introduction de sucre dans les chaudières à vapeur. Comme l'alimentation de celles-ci par l'eau ordinaire est assez restreinte, et qu'elle n'est qu'un complément pour remplacer l'eau qui a échappé à la condensation, les générateurs de chauffe étant en général distincts de ceux qui actionnent les machines, ces générateurs se trouvent à peu près dans le cas d'une chaudière en tôle, remplie d'une solution de sucre dans l'eau distillée, solution plus ou moins diluée.

» Dans cette circonstance peut-il y avoir corrosion des tôles?

» On avait remarqué dans certains cas une corrosion qui avait été attribuée à la présence, dans l'eau des chaudières, de mélasses provenant de la cuisson de *bas produits*, mélasses qui renferment toujours une certaine quantité de produits acides (acide butyrique, principalement), mais on n'avait aucune donnée sur l'action du sucre lui-même, et les sirops à peu près purs de sucrerie et de raffinerie passaient pour à peu près inoffensifs.

» Vu l'intérêt que présentait cette question, nous avons entrepris, en collaboration avec notre préparateur M. Berg, une série d'études sur l'action des substances neutres sur les métaux : toutes nos recherches nous ont donné des résultats négatifs, sauf en ce qui concerne les sucres.

» Nous avons étudié l'action du sucre, du sucre interverti, du maltose, et, accessoirement, celle de la glycérine et de la mannite, dissous dans l'eau en proportion connue, sur des prismes de tôle de chaudière (tôle n° 3). La solution de ces diverses substances était chauffée en tubes scellés, à la température de 115° à 120°, avec ces prismes préalablement pesés; le fer était dosé après l'opération par les méthodes connues. On avait le fer dissous par deux méthodes : 1° par dosage dans la liqueur; 2° par diminution du poids des prismes de tôle. Comme terme de comparaison, nous chauffions dans chaque expérience des prismes de fer avec de l'eau distillée; nous n'avons pas obtenu de dissolution de fer, mais simplement production de sesquioxyde plus ou moins hydraté, insoluble, en petite quantité.

» *Action du sucre.* — Les liquides sucrés chauffés au contact du fer ne tardent pas à présenter une réaction acide assez prononcée; le simple examen des petits prismes de tôle démontre que la solution sucrée a agi sur eux comme un acide : les moindres défauts (pailles, criques) sont devenus apparents, et s'accentuent de plus en plus à mesure que l'on chauffe. La liqueur prend une coloration ambrée, nuancée de vert, se charge de fer en proportion notable et tient en suspension des paillettes micacées, renfermant une trace de fer et formées d'une substance analogue à ces corps mal définis qu'on a extraits du caramel. En même temps il s'était dégagé une notable proportion d'hydrogène.

» La quantité de fer dissous croît, toutes choses étant égales, avec la proportion de sucre que renferme la solution : le sel de fer qui se forme est l'acétate de fer; du moins nous avons pu extraire de l'acide acétique, bien reconnaissable par son odeur et la composition de ses sels, d'un sirop de sucre pur, chauffé en tube scellé avec de la tournure de fer.

» *Action du sucre interverti.* — *A priori*, on pouvait prévoir qu'il agirait comme le sucre de canne, le saccharose débutant par s'intervertir quand on le chauffe en tubes scellés.

» Le sucre interverti corrode le fer dans les mêmes proportions que le sucre de canne dont il provient.

» *Malt.* — Une décoction de malt, neutre, attaque le fer; il se dégage de l'hydrogène, comme avec le sucre et le sucre interverti. La proportion de fer dissous est d'autant plus forte que la décoction de malt renferme plus de maltose. Le liquide, après la chauffe, présente une réaction acide assez prononcée, comme avec le sucre et le sucre interverti.

» *Glycérine-Mannite.* — La glycérine, la mannite, sont sans action sur le fer.

» *Autres métaux.* — Le zinc est fortement attaqué par le sucre avec une abondante production d'hydrogène ; il n'y a pas production de caramélin, et l'acide formé dans l'action du sucre sur le zinc ne paraît pas être de l'acide acétique. Le cuivre n'est pas attaqué, ainsi qu'on pouvait le prévoir ; l'étain, le plomb, l'aluminium ne subissent aucune attaque, ainsi que le cadmium ; les solutions sucrées se colorent en brun et prennent une forte réaction acide.

» Avec le plomb, le cadmium, un sirop concentré, chauffé à 110°-125° en tubes scellés, donne une forte proportion d'un corps brun, amorphe, insoluble, de même nature que les paillettes micacées que nous avons signalées plus haut. Le même corps se produit d'ailleurs quand le sirop est chauffé seul dans les mêmes conditions.

» Dans un Mémoire *in extenso* qui paraîtra prochainement, nous donnerons les résultats numériques que le défaut d'espace nous oblige de supprimer ici (1). »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *D'un nouveau mode d'emploi du réactif iodo-ioduré dans la recherche des alcaloïdes et en particulier des leucomaïnes de l'urine.* Note de MM. **Chibret** et **Izarn**.

« Au cours de recherches faites pour déceler, avec le réactif iodo-ioduré indiqué par Bouchardat (1 iode; 2 iodure de potassium; 50 eau), dans une urine humaine la présence fortuite d'alcaloïdes que nous avions des raisons d'y supposer, nous avons constaté que l'on peut toujours s'arranger de façon que l'urine normale donne la réaction classique des alcaloïdes et que cette réaction, consistant en réalité (ce qui ne nous semble pas avoir été signalé) en une fluorescence verte, acquiert une visibilité exceptionnelle si on l'obtient dans les conditions qui favorisent l'observation de ce phénomène optique, à savoir : éclairage intense (soleil ou lampe avec condenseur de lanterne magique) et projection du tube à essai sur un fond noir. En second lieu, la température joue un rôle considérable : une urine qui n'a rien donné au moment de son émission (35°) a fourni une réaction appréciable à 15° et très marquée lorsqu'on l'a refroidie préalablement au voisinage de 0° dans de l'eau additionnée de quelques

(1) Laboratoire de Chimie industrielle de la Faculté des Sciences de Marseille, mai 1886.

cristaux de nitrate d'ammoniaque. Troisièmement, la concentration du réactif n'a pas une influence moins grande et nous nous sommes arrêtés à la formule suivante : (8 iode ; 10 iodure de potassium ; 10 eau) qui nous a donné la réaction dans une urine des vingt-quatre heures étendue avec de l'eau à vingt fois son volume, tandis qu'elle n'était plus appréciable à trois fois le volume avec le réactif ordinaire, toutes choses égales d'ailleurs.

» En opérant dans ces conditions avantageuses et en utilisant la méthode des dilutions que nous venons d'indiquer, nous avons pu en particulier constater le fait suivant, que l'urine émise huit heures après le réveil renferme environ cinq fois plus d'alcaloïdes que celle des autres heures de la journée, ce qui concorde d'une façon remarquable avec l'observation toute récente du Dr Bouchard de la toxicité maximum de cette urine.

» Toutes nos expériences ont été faites comparativement sur l'urine, l'eau pure et l'eau additionnée de chlorhydrate de morphine.

» Nous dirons, comme preuve de l'exquise sensibilité du procédé, que le chlorhydrate de morphine en solution au $\frac{1}{50000}$ donne la réaction d'une façon très nette, ce qui ferait préjuger que l'urine mentionnée plus haut renfermait environ $0^{gr},4$ d'alcaloïdes par litre.

» En résumé, le mode opératoire que nous signalons nous semble destiné, par sa simplicité, à faciliter la recherche et le dosage rapides des alcaloïdes en général, et principalement à permettre l'étude clinique des leucomaïnes urinaires. »

ZOOLOGIE. — *Nouvelles remarques sur les* Entoniscus. Note de MM. A. Giard et J. Bonnier.

« Nous avons pu étudier récemment à Wimereux un certain nombre d'espèces du curieux genre *Entoniscus*. Les résultats suivants ont été obtenus soit par la dissection, soit au moyen de coupes transversales sériées.

» La cuticule des *Entoniscus* est couverte de petits poils chitineux destinés, sans doute, à favoriser les mouvements du parasite dans son hôte. A la partie caudale, la membrane enveloppante appartenant au crabe est renforcée par une sécrétion de chitine qui forme une sorte de casque recouvrant la dernière paire de pléopodes. Une ouverture à bord épaissi, très net, se trouve du côté ventral au fond de ce casque et maintient dilaté le canal qui met en communication le parasite avec le haut de la cavité

branchiale du crabe. Le casque reste généralement adhérent au crabe lorsqu'on enlève le parasite.

» Kossmann a fait observer avec raison que les deux protubérances impaires de l'ovaire sont situées du côté ventral; mais la cavité incubatrice n'est pas aussi simple que l'imagine notre confrère. Il y a bien, comme l'ont annoncé Fritz Müller et l'un de nous, au-dessus des lames incubatrices antérieures, un sac qui les enveloppe et s'ouvre du côté ventral par une ouverture d'autant plus large que le parasite est moins avancé en âge. Ce sac est constitué très probablement par les épiméroïdes du thorax qui, chez les jeunes individus, se montrent de chaque côté sous forme d'un repli frangé.

» Chaque anneau du pléon porte comme appendices : 1° un épiméroïde qui se développe le plus sur les anneaux les plus éloignés de l'extrémité caudale : les épiméroïdes de chaque côté se relient les uns aux autres par leur base et forment un appareil branchial très puissant; 2° un pléopode composé de deux parties : l'une interne formant sous chaque anneau, avec sa symétrique de l'autre côté du corps, une paire de lamelles que Fraisse a figurées seulement au dernier segment; l'autre externe, plus écartée du corps, imbriquée avec sa symétrique et se continuant avec la partie homologue de l'anneau suivant. Il y a donc parallélisme complet entre les appendices du pléon chez *Entoniscus* et chez *Jone*. Grâce à cette disposition, l'ensemble des pléopodes constitue une sorte de canal couvert qui mène jusqu'à l'anneau chitineux les sécrétions de l'animal et sert aussi à la sortie des embryons.

» Au point de jonction du thorax et du pléon on trouve latéralement et ventralement, de chaque côté du corps, deux petits sphéroïdes blanchâtres qui ont déjà été figurés par l'un de nous chez l'*Entoniscus Cavolinii* [1]. Ces organes sont constitués par un tissu conjonctif très lâche dans les mailles duquel nous avons observé des corps agiles excessivement petits et munis d'un appendice visible seulement à l'objectif F de Zeiss. Les mêmes corpuscules se retrouvent à l'intérieur du mâle de l'*E. Mœnadis*. Nous sommes donc portés à considérer les sphéroïdes qui les renferment comme des *receptacula seminis*. Nous avons figuré en outre chez *E. Cavolinii* deux ouver-

---

[1] Voir *Notes pour servir à l'histoire du genre* Entoniscus (*Journal d'Anatomie de Robin et Pouchet*, 1878, Pl. XLVI, *fig.* 2, *r*).

tures latérales *p* et *q*. Ces ouvertures existent également chez *E. Maenadis*. La seconde nous paraît être le point où débouche l'oviducte.

» Nous n'avons observé qu'un petit nombre de stades embryogéniques, Nous pouvons dire cependant que chez un *Entoniscus*, nouveau parasite du *Portumnus variegatus*, le fractionnement est inégal. Le stade 8 présente quatre grosses sphères de segmentation et quatre petites ; il y a épibolie. Nos recherches ont porté sur trois espèces d'*Entoniscus* observées à Wimereux : 1° l'*Entoniscus Mœnadis*, du *Carcinus Mœnas* déjà signalé par l'un de nous ([1]). Aux caractères précédemment indiqués pour cette espèce, nous ajouterons la couleur rouge de l'ovaire avant la ponte, couleur qui rappelle celle de l'ovaire du Mænas à la même période. De plus, le mâle présente trois crochets sous les anneaux du pléon, ce qui le distingue du mâle d'*E. Cavolinii*. Les crochets sont situés sous les segments 2, 3 et 4.

» 2° L'*Entoniscus Kossmanni*, nov. sp., parasite du *Portumnus variegatus* Bell (*Platyonichus latipes* Pennant). Cette espèce est de petite taille, la couleur de l'ovaire est d'un jaune blanchâtre ; le mâle ressemble beaucoup à celui de l'*Entoniscus Cavolinii*.

» 3° L'*Entoniscus Fraissi*, nov. sp., parasite du *Portumnus holsatus* Fabricius, espèce voisine de l'*Entoniscus Moniezii*.

» D'après nos statistiques, qui ont porté sur un peu plus de mille crabes, l'*E. Mœnadis* se rencontre à Wimereux une fois sur cent crabes environ, et toujours sur des individus de taille moyenne, d'âge correspondant à ceux qui pondent pour la première fois. Nous avons trouvé le parasite un peu plus fréquemment sur les crabes mâles que sur les femelles, indifféremment à droite ou à gauche du crabe. Sur dix *Entoniscus Mœnadis* trois ont été pris dans des crabes infestés par la Sacculine. Or, le nombre des crabes porteurs de Sacculines était de sept. On voit que la coexistence des deux parasites ne peut être considérée comme un simple hasard. Des faits intéressants observés par l'un de nous chez *Phryxus paguri* et *Peltogaster paguri* nous permettront sans doute d'expliquer prochainement cette remarquable coïncidence.

» L'*Entoniscus Kossmanni* est très abondant à Wimereux. Presque chaque *Portumnus* recueilli dans les bancs de sable de la plage renferme un, deux et jusqu'à quatre *Entoniscus*. Chez cette espèce, le temps de la reproduction paraît être plus uniforme que chez ses congénères : en effet, parmi les exemplaires assez nombreux que nous avons étudiés pendant le

---

([1]) Voir *Comptes rendus*, 3 mai 1886.

mois de mai, aucun ne renfermait d'embryons complètement mûrs. Un seul *Portumnus* ne nous a pas fourni d'*Entoniscus* : c'était une femelle chargée d'œufs. L'*Entoniscus Kossmanni* est la première espèce de ce genre que l'on puisse dire véritablement commune.

» L'*Entoniscus Fraissi* se trouve à Wimereux une fois sur cinquante crabes environ. Nous en avons rencontré un jeune exemplaire sur une femelle de *P. holsatus* chargée d'œufs. L'infécondité causée par ce parasite n'est donc pas absolue.

» Nous espérons soumettre bientôt à l'Académie une monographie du genre *Entoniscus*, accompagnée d'un Atlas de planches coloriées. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'embryogénie de la Comatule* (C. mediterranea). Note de M. **J. Barrois**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« On admet généralement que, chez la Comatule, le blastopore persiste encore chez la larve, et que le sac intestinal à peine détaché fournit trois sacs péritonéaux : 1° celui de droite se porte en arrière et constitue une cavité prolongée jusque dans le pédoncule; 2° celui de gauche se porte en avant et devient le vestibule ou chambre tentaculaire; 3° le troisième, situé entre les deux, forme l'anneau ambulacraire. Les recherches que j'ai poursuivies cet hiver, à Villefranche, m'ont donné des résultats très différents.

» Le véritable blastopore n'a rien de commun avec ce qu'on a jusqu'ici regardé comme tel; sa fermeture s'accomplit au début de l'évolution et accompagne la formation des cellules du mésenchyme aux dépens de l'endoderme.

» Le phénomène qui la suit est l'étranglement de la vésicule endodermique en deux parties : l'antérieure qui s'allonge pour se partager en vésicule aquifère et intestin, la postérieure qui s'étire en largeur pour se diviser en deux sacs péritonéaux.

» Ces derniers ne changent pas de place, mais se transforment en deux disques qui se rejoignent en un manchon tout autour de l'intestin. Ces disques ne s'étendent jamais au delà de cet organe et n'émettent aucun prolongement en avant ni en arrière.

» Le cordon qui parcourt la tige du jeune Pentacrine ne provient en aucune façon d'un prolongement de ce genre, mais se forme exclusivement aux dépens du mésenchyme.

» Il en est de même du vestibule (ou chambre tentaculaire) qui se forme aux dépens du prétendu blastopore. Ce dernier n'est pas un reste d'ouverture destiné à disparaître, mais une fossette d'apparition tardive. A la fixation, cette fossette s'approfondit et donne naissance par invagination à un sac entièrement fermé qui se glisse entre l'anneau ambulacraire et la portion de l'exoderme qui fournira le dôme du calice. Ce sac n'est autre chose que celui dans lequel les culs-de-sac ambulacraires s'allongeront en tentacules, et qui débouchera plus tard par éruption au dehors pour donner naissance à l'ouverture définitive.

» Il y a ici, comme chez les Synaptes, un déplacement de la bouche larvaire. On retrouve dans la fossette et le blastopore les homologues de la bouche et de l'anus des autres larves d'Échinodermes, ce qui ramène celle de la Comatule à un type plus comparable. »

ZOOLOGIE. — *Observations relatives au système nerveux et à certains traits d'organisation des Gastéropodes scutibranches.* Note de M. **E.-L. Bouvier**, présentée par M. de Quatrefages.

« Nous réunissons provisoirement, sous le nom de *Gastéropodes scutibranches*, un certain nombre de Mollusques actuellement répartis dans les deux sous-ordres suivants :

» 1° *Cyclobranches.* — Patellidés, Lépétidés et Tecturidés ;

» 2° *Aspidobranches.* — Fissurellidés, Haliotidés, Trochidés, Néritidés et Hélicinidés.

» Les recherches anatomiques n'avaient point permis jusqu'ici la réunion de ces deux groupes pourtant fort voisins. Bien plus, il n'avait même pas été possible de donner un même caractère sérieux à l'ensemble de tous les Aspidobranches. Il n'y a en réalité deux raies que chez les Fissurellidés, les Haliotidés et les Cyclobranches ; le cœur n'est pas traversé par le rectum chez les Hélicinidés, enfin les Néritidés ont tous un pénis plus ou moins développé. La langue rhipidoglosse caractérisait ce sous-ordre, mais ne permettait pas d'en rapprocher les Cyclobranches.

» Nos recherches, entreprises au laboratoire de Malacologie du Muséum, rendent possible aujourd'hui cette généralisation. Elles ont porté sur cinq ou six espèces de Turbos, notamment le *Turbo setosus*, sur huit espèces de Néritines, trois Nérites, deux Navicelles, deux Hélicines et sur l'*Haliotis tuberculata*. Pour généraliser, nous nous sommes appuyé d'autre part sur

les travaux de MM. Paul Bert et Ihering (Patelle), de M. Boutan (Fissurelle et Parmophore), de M. de Lacaze-Duthiers (Haliotide) et de Ihering (Troque).

» Les caractères communs à tous nos Scutibranches sont tirés du système nerveux. Ils sont au nombre de quatre :

» 1° Chez tous la commissure cérébroïde est très longue, de sorte que les ganglions sont rejetés sur les côtés du tube digestif. Ces ganglions se prolongent en avant et en dessous pour former une forte saillie ganglionnaire se réunissant à celle du côté opposé par une commissure sous-œsophagienne; nous donnerons à ce cordon le nom de *commissure proboscidienne*, puisqu'elle rattache les deux saillies ganglionnaires qui avaient de nombreux rameaux nerveux dans le mufle.

» 2° Le système nerveux sympathique (stomato-gastrique) a son origine sur la pointe inférieure de la saillie proboscidienne, c'est-à-dire assez loin de la masse cérébroïde principale. Il forme une anse dont la partie postérieure ganglionaire est logée entre la partie antérieure de l'œsophage ou du sac pharyngien et la masse radulaire. Les deux ganglions sympathiques sont peu centralisés et, en général, répartis sur une assez grande longueur de la commissure.

» 3° Les ganglions pédieux, très développés, se prolongent toujours plus ou moins dans le pied formant des cordons pédieux ganglionnaires. Ces cordons et le nerf principal qui les continue sont presque toujours réunis par des commissures transversales. (Les difficultés de la dissection nous ont empêché de voir ces anastomoses chez les Néritidés, mais nous les avons très nettement préparées chez les Hélicinidés).

4° Enfin les ganglions palléaux sont toujours plus ou moins liés intimement aux ganglions pédieux.

» De ces caractères, les deux premiers ont une importance très grande et caractérisent à eux seuls, et très nettement, nos Scutibranches, qui se trouvent par le fait pourvus de quatre colliers nerveux dans la partie antérieure du corps : le collier proboscidien, le collier sympathique, le collier pédieux et le collier palléal. Ce n'est pas sans raison que nous accordons une importance de premier ordre aux deux premiers caractères. Nous leur trouvons, en effet, une constance remarquable dans tout le groupe, et ils subsistent alors même que des modifications profondes viennent à être apportées dans le reste du système nerveux. C'est ainsi que le croisement en huit de la commissure viscérale disparaît dans les deux familles des Hélicinidés et des Néritidés, tandis qu'il subsiste chez tous les autres Proso-

branches sans exception. Pour nous servir des expressions d'Ihering, nous avons des Scutibranches chiastoneures et des Scutibranches orthoneures, qui pourtant ne sauraient être séparés, puisque les caractères généraux signalés ci-dessus les rapprochent intimement. Du reste, à mesure qu'on s'élève dans la série des Scutibranches, depuis les Fissurelles jusqu'aux Hélicines, on voit les deux caractères essentiels se modifier progressivement et nous conduire aux autres Prosobranches. Chez l'Haliotide, la Fissurelle, les saillies proboscidiennes sont allongées en cordons ganglionnaires en même temps que les ganglions sympathiques sont très diffus; la saillie ganglionnaire est plus courte; les ganglions sympathiques sont plus nets chez le Turbo; ces modifications s'exagèrent bien davantage chez les Nérites, bien plus encore chez les Néritines et les Navicelles; elles atteignent leur maximum chez les Hélicines qui nous apparaissent ainsi comme les Scutibranches les plus modifiés. Chez ces derniers, en effet, la saillie proboscidienne est courte et arrondie et les deux ganglions sympathiques ovoïdes sont aussi nets que possible.

» Pour notre part, nous considérons les deux premiers caractères comme représentant des traits primordiaux des Gastéropodes, et nous pensons qu'on devra les retrouver chez d'autres Mollusques où ils auront passé par voie d'hérédité.

» Si nous insistons sur ces différents points, c'est qu'ils ont été contestés tout récemment par M. Bela Haller. Ses recherches sur les Rhipidoglosses marins, publiées en 1884 dans le *Morphologischer Jahrbuch*, se limitent à la Fissurelle, à l'*Haliotis tuberculata* et au *Turbo rugosus*. Partout il nie l'existence de la commissure proboscidienne, ou plutôt, ne l'ayant pas aperçue, il prétend que, si elle existe, on doit l'assimiler aux fines anastomoses que les nerfs contractent entre eux au voisinage de leurs terminaisons. Or l'existence de cette commissure avait été très nettement signalée pour la première fois par M. de Lacaze-Duthiers chez l'*Haliotis tuberculata;* M. Bela Haller a repris la même espèce et n'a pu retrouver la commissure. Étonné de ce résultat, qui était en contradiction directe avec toutes nos recherches, nous avons disséqué la même Haliotide et retrouvé la commissure très nette et assez forte signalée par M. de Lacaze-Duthiers. Nous avons également étudié le *Turbo rugosus* de M. Haller et nous y avons également mis en évidence cette commissure, comme chez toutes les espèces de Turbo que nous avons eues entre les mains. Un deuxième point contesté par M. Haller est relatif à l'origine des sympathiques. D'après lui, les fibres de ses connectifs traverseraient les ganglions cérébroïdes et redescendraient

en suivant les connectifs latéraux jusqu'à la masse palléo-pédieuse sous-œsophagienne, où elles prendraient leur véritable origine. Pour établir ce fait, il s'appuie sur l'histologie et surtout sur une particularité qui lui a été offerte par le *Turbo rugosus*. Dans cette espèce, les connectifs sympathiques n'iraient pas se perdre dans la saillie proboscidienne, comme chez les autres Scutibranches, mais se rendraient directement à leur origine réelle, c'est-à-dire dans la masse palléo-pédieuse. Ici encore, nous avons repris le *Turbo setosus* et retrouvé la disposition commune à tous les Scutibranches.

» Nous n'insisterons pas sur d'autres détails publiés tout récemment dans le *Bulletin de la Société philomathique*. Nous dirons seulement que chez les Turbos les gros nerfs palléaux de droite et de gauche se rattachent par des anastomoses aux deux coudes de la commissure viscérale, que nous avons constaté la présence d'un pénis céphalique très net chez douze espèces de Néritidés et que l'organe de Bojanus enfin, par sa position et par celle de son orifice, rappelle les Prosobranches supérieurs chez les Néritidés et les Hélicinidés. Dans le groupe des Scutibranches, les Hélicinidés présentent une exception remarquable; en même temps que les branchies disparaissent, le cœur n'est plus traversé par le rectum; nous avons tenu à vérifier ce fait, signalé par Isenkrahe. »

ZOOLOGIE. — *Sur une nouvelle Ichthyobdelle*. Note de M. **R. Saint-Loup**, présentée par M. de Quatrefages.

« En admettant les classifications actuellement établies pour le groupement des nombreuses espèces d'Hirudinées connues, j'ai considéré comme devant être rangé parmi les Ichthyobdelles un parasite de la *Scorpæna scrofa* qui, par quelques différences de forme et de couleur, ne peut être identifié avec les échantillons figurés ou décrits par les auteurs. La connaissance anatomique des Ichthyobdelles est encore insuffisante pour qu'il soit permis d'affirmer qu'il s'agit ici d'un type dont les caractères nouveaux de structure n'existent pas chez d'autres Bdelles. Je considère donc la *Scorpænobdella elegans*, que j'ai ainsi nommée à cause de son habitat et de sa gracieuse attitude ordinaire, comme simplement d'espèce nouvelle.

» *Aspect extérieur*. — L'individu que j'ai observé au laboratoire de Zoologie marine de Marseille mesure 35^{mm} de longueur dans l'état d'extension. D'une largeur de 2^{mm} en arrière de la ventouse orale, qui ressemble à celle d'une Pontobdelle, l'animal présente vers le tiers postérieur du

corps un brusque élargissement, visible surtout dans l'état de contraction et qui atteint 4^{mm}; le corps s'atténue ensuite jusqu'à la ventouse postérieure. Fixé par cette ventouse, l'animal se tient généralement courbé en forme de S, l'extrémité orale restant libre et immobile.

» C'est dans cette attitude que la *Scorpænobdella* est restée pendant deux jours attachée aux parois d'un cristallisoir, ne changeant de place que si on la tourmentait. Pour marcher elle se fixait par la ventouse orale; puis, rapprochant rapidement la ventouse postérieure, elle la plaçait à l'endroit même dont se détachait l'appareil antérieur de fixation. Dans cette action, le bord de la ventouse entrait évidemment en contact du support avant la partie centrale, contrairement à ce qui a lieu chez la Sangsue ou l'Aulastome.

» Je ne signale ce procédé, dont l'importance est médiocre au point de vue zoologique, que pour servir aux recherches déjà entreprises sur ce point de la Physiologie des Invertébrés.

» La coloration générale est d'un brun rouillé, marqué de ponctuations noires et de taches blanches plus considérables. Le tiers antérieur du corps se distingue par une teinte légèrement ambrée et par une moindre quantité des saillies verruqueuses qui surmontent chaque annulation. Ces verrues sont plus saillantes sur les bourrelets qui, de cinq en cinq annulations, marquent les différents zonides. La ventouse antérieure porte des taches oculaires en deux groupes; chaque groupe est entouré de pigment blanc. Sur la ventouse postérieure les pigments sont disposés suivant les rayons du cercle de base de cet appareil.

» *Parois du corps.* — Les parois du corps présentent la succession de couches que l'on trouve ordinairement chez les Hirudinées. A l'extérieur une couche épidermique plus ou moins glandulaire; une couche dermo-conjonctive est en dessous, caractérisée par la présence de nombreux corpuscules pigmentaires. On trouve enfin la couche musculaire à fibres circulaires et celle plus interne des faisceaux longitudinaux. Comme dans la généralité des Hirudinées, du tissu conjonctif interposé soutient et environne les différents éléments, cellules ou fibres, qui caractérisent les courbes successives.

» *Intestin.* — Le tube digestif est d'abord remarquable par l'absence de toute division métamérique. Il n'y a plus ni ramifications latérales, ni étranglements zonitaires.

» L'appareil commence par une trompe que deux faisceaux musculaires retiennent aux parois du corps. A la suite, se trouve la région stomaco-in-

testinale, dont les deux parties différenciées, chez d'autres Hirudinées, sont ici confondues. Les membranes constituantes du tube sont plissées longitudinalement et présentent, sur une coupe, la disposition des cloisons d'une Actinie. La *région postérieure* du tube digestif, que j'ai désignée chez d'autres Hirudinées ([1]) sous le nom de *cloaque*, présente une disposition remarquable par sa communication avec deux canaux latéraux.

» Ces canaux, qui remontent vers la région antérieure, semblent se perdre à une distance de 6^{mm} ou 7^{mm} de leur origine; je n'ai pu distinguer exactement de quelle manière ils sont en rapport de communication avec les cavités du corps. Il faudrait, pour éclaircir ce point, étudier l'animal par le procédé des coupes, et je n'ai pu jusqu'ici me procurer d'autres échantillons.

» Sans vouloir établir prématurément les analogies entre cette disposition et celle de l'appareil excréteur qui, chez certains Platyhelminthes, communiquent avec l'intestin, je constaterai simplement cette relation chez une Hirudinée, d'un système de canaux spéciaux avec la partie terminale de l'intestin. Aucune disposition de ce genre n'a été décrite jusqu'ici chez les Bdelles.

» *Système nerveux.* — Le système nerveux présente dix-sept ganglions, sans compter la masse œsophagienne et la masse postérieure. Les dispositions anatomiques sont celles dont j'ai remarqué la généralité chez les Hirudinées.

» Chacun des ganglions présente les six capsules caractéristiques, dont deux sont dorsales et quatre ventrales. J'ai pu compter vingt-quatre capsules pour la masse sous-œsophagienne. Quatre troncs nerveux partent de chaque côté de cette masse. On peut conclure, de la correspondance de six des vingt-quatre capsules nerveuses à chaque couple de troncs nerveux, que la masse sous-œsophagienne est constituée de quatre ganglions fusionnés. La région cervicale m'a paru simplement commissurale. Des cellules nerveuses unipolaires indépendantes des capsules sont en relation avec les fibres nerveuses de la trame sous-œsophagienne.

» La masse ganglionnaire postérieure présente sept rameaux nerveux de chaque côté. Le groupement des capsules nerveuses est irrégulier. Les différents ganglions de la chaîne présentent leur maximum d'écartement vers le milieu de la longueur du corps; leur rapprochement s'accentue aux deux extrémités.

([1]) *Organisation des Hirudinées* (*Ann. des Sc. nat.*, 1884).

» *Organes sexuels.* — Les organes mâles sont composés de cinq paires de testicules. Deux canaux déférents conduisent les produits mâles aux chambres à spermatophores. Un court conduit commun s'ouvre à l'extérieur, au niveau de l'intervalle des quatrième et cinquième ganglions. Il n'y a pas de pénis exsertile.

» L'appareil femelle est constitué par deux ovaires en forme de sacs, s'ouvrant par un canal unique entre le sixième et le septième ganglion.

Glandes annexes. — Dans la région antérieure du corps, des glandes aciniformes occupent l'espace compris entre la trompe et les parois du corps; elles correspondent à ces amas que l'on désigne ordinairement sous le nom de *glandes salivaires*.

» En résumé, l'animal présente : une trompe, un intestin sans segmentation métamérique et en communication avec des canaux spéciaux, un système nerveux d'Hirudinée, dont la partie cervicale s'est réduite à une commissure, et une segmentation métamérique de l'épiderme correspondant à celle du système nerveux. »

ANATOMIE. — *Sur l'appareil vasculaire superficiel des Poissons.* Note de M. **P. de Sède.**

« En pratiquant soit avec du bleu de Ranvier à froid, soit avec de la gélatine carminée à chaud, des injections continues dans le tégument de plusieurs genres de Poissons osseux (Brochet, Perche, Carpe, Plie, etc.), j'ai mis en évidence des dispositions vasculaires non décrites jusqu'à présent.

» Je prends la liberté de signaler à l'Académie le système sanguin des poches à écailles, qui se compose, pour chaque poche, de deux vaisseaux parallèles au grand axe de l'écaille, anastomosés, à la base de celle-ci, par un réseau très riche.

» Il faut noter, dans les écailles latérales, la présence de bouquets très finement ramifiés, correspondant aux boutons de Leydig contenus dans le canal de l'écaille. Ces injections pénètrent même, chez la Perche, dans les canalicules de l'écaille et montrent l'indépendance, déjà signalée dans une Note de M. Carlet [1], entre la lamelle et la zone spinifère.

» Je ne veux pas ici formuler d'hypothèses sur le rôle physiologique

---

[1] *Ann. des Sc. nat.*, 6e série, t. VIII, p. 16.

des bouquets qui garnissent le canal latéral et qu'on retrouve dans les canaux céphaliques; qu'il me suffise de signaler leur existence pour prendre date, en ajoutant que ces mêmes injections m'ont permis d'obtenir des préparations fort nettes du réseau admirable (*rete mirabile*) qui tapisse la face interne de la vessie natatoire de certains types. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Remarques sur les faisceaux foliaires des Cycadées actuelles et sur la signification morphologique des tissus des faisceaux unipolaires diploxylés;* par MM. **C.-Eg. Bertrand** et **B. Renault**.

« 1. Tous les botanistes connaissent la particularité anatomique qui caractérise les faisceaux foliaires des Cycadées actuelles et qui leur a fait donner le nom de *faisceaux unipolaires diploxylés*. Ces faisceaux présentent chacun deux masses ligneuses qui se différencient en sens inverse l'une de l'autre. L'une est antérieure centripète comprise entre le pôle du faisceau et son bord antérieur, l'autre est postérieure centrifuge placée entre le pôle du faisceau et son liber externe. Le bois centripète est regardé comme représentant le bois primaire du faisceau, le bois centrifuge y représentant le bois secondaire; le premier provient, en effet, de la différenciation d'éléments procambiaux; le second est produit par une zone cambiale. Le liber primaire forme un arc marginal à la face externe du faisceau.

» D'après cette description, les faisceaux unipolaires diploxylés diffèrent des faisceaux unipolaires normaux par la position de leur bois primaire et par le sens de la différenciation de ce tissu. Le bois primaire est en quelque sorte retourné et sa différenciation se fait en sens inverse de celle du bois primaire de tous les faisceaux monocentres. Jusqu'ici il n'a pas été donné d'explication satisfaisante des particularités du faisceau unipolaire diploxylé.

» 2. D'autre part, les faisceaux de la tige des Cycadées sont unipolaires, orientés comme dans toutes les tiges, et leur bois primaire forme en arrière du pôle et en avant du bois secondaire un triangle à différenciation centrifuge. Ce bois primaire diffère d'ailleurs sensiblement du bois centripète des faisceaux foliaires. Entre la trachée polaire et le bord du faisceau on ne trouve dans les tiges intactes aucun tissu. Les faisceaux de la tige sont donc normaux. Or, si l'on prend un exemple simple, comme de jeunes *Bowenia*, de jeunes *Encephalartos* ou de jeunes *Cycas*, on voit que les faisceaux de la tige donnent directement les faisceaux foliaires sans torsion,

sans étalement en éventail ou anastomose d'aucune sorte. Le faisceau unipolaire, normal dans sa région inférieure, est diploxylé dans sa région supérieure, sans qu'il y ait eu déplacement de ses tissus par quelque cause que ce soit. En pénétrant dans la feuille, le faisceau de la tige conserve sa structure; seulement son bois primaire se réduit et en même temps s'intercale entre son pôle et sa face antérieure un tissu nouveau, le bois centripète. Le bois centripète d'un faisceau unipolaire diploxylé n'est donc pas l'homologue du bois primaire des faisceaux unipolaires normaux déplacé; par suite, ce tissu n'a pas à intervenir dans l'appréciation morphologique des systèmes unipolaires où on le rencontre. Ce tissu est un reste d'une organisation ancienne.

» 3. Les conclusions qui précèdent sont confirmées et éclairées par les faits suivants, qui résultent de nos observations paléontologiques. Un grand nombre de végétaux houillers présentent des faisceaux unipolaires diploxylés; mais, tandis que chez les uns le bois centripète est localisé dans la partie des faisceaux qui est enfermée dans la feuille (Cordaïtes), dans les autres (Sigillaires, Sigillariopsis, Poroxylons), le bois centripète se prolonge dans la partie du faisceau engagée dans la tige, alors même que ce faisceau fait partie de la couronne libéro-ligneuse de cet axe. Chez les Poroxylons on peut suivre ainsi le bois centripète pendant onze entre-nœuds sur treize et demi que le faisceau y parcourt en liberté. Dans ces faisceaux diploxylés sur la plus grande partie de leur longueur, on voit : 1° que le bois centripète est toujours à la même place sur toute la longueur du faisceau; 2° que le bois centripète est d'autant plus puissant eu égard à la masse totale des tissus à un niveau donné, qu'on est plus près de la terminaison supérieure du faisceau; 3° que les productions libéro-ligneuses centrifuges se réduisent de plus en plus à partir de l'entre-nœud qui précède la sortie du faisceau. Dans les Poroxylons, comme dans les Sigillaires, les Sigillariopsis, la feuille ne recevant de la tige qu'un faisceau, il n'y a pas à recourir à un retournement anastomotique des tissus pour trouver dans le bois centripète le bois primaire ordinaire du faisceau unipolaire normal. Donc le bois centripète, si développé chez les plantes anciennes, si rare aujourd'hui, n'est qu'un reste d'un tissu qui se localisait dans la partie supérieure des faisceaux et qui est sans valeur dans les cordons libéroligneux où nous le trouvons actuellement.

» 4. Mais si, au lieu de considérer le bois centripète dans les cordons libéro-ligneux unipolaires où nous le voyons enfermé, nous considérons ce

bois en lui-même et en prenant simultanément tous les coins centripètes d'une tige de Sigillaire ou de Poroxylon, nous voyons que tous ces coins convergent en quelque sorte vers un centre de figure commun qui est le centre de figure de la tige. La structure et la différenciation des coins centripètes sont telles qu'on peut y voir les pointements ligneux d'une masse libéro-ligneuse radiée de grand diamètre et dispersée. Chaque lobe a pris un accroissement secondaire et une polarité propre d'autant plus grande que le système centripète y est plus affaibli. Mais alors les tiges des Sigillaires et des Poroxylons sont des termes de passage entre les axes à structure radiée des Centradesmides et les axes à faisceaux unipolaires ou tiges des Phanérogames. »

BOTANIQUE. — *Sur un champignon développé dans la salive humaine.* Note de M. **Galippe**, présentée par M. Charcot.

« M. Galippe, ayant filtré de la salive à l'aide de l'appareil de Pasteur et la salive filtrée n'ayant pas été transvasée, a vu apparaître à l'extrémité inférieure de la bougie filtrante, non en contact avec la salive, un champignon constitué par des tubes de mycélium et des spores.

» Sur le conseil de M. le professeur Max. Cornu, M. Galippe a cultivé ce champignon dans les cellules de Van Tieghem et a pu constater que ce n'était ni un *Aspergillus*, ni un *Penicillium*.

» Ce champignon, qui n'a été ni décrit ni figuré jusqu'ici, appartient à la famille des *Monilia*. M. Galippe propose de lui donner le nom de *Monilia sputicola* (sp. n.). »

M. **Daubrée** présente, au nom de M. *Habich*, Directeur de l'École des constructions civiles et des mines de Lima, le cinquième volume des *Anales de Construcciones civiles y de Minas*.

Il convient d'y signaler un article de M. *Chalon* sur les *édifices de l'ancien Pérou*, qui est digne de l'intérêt de chacun. A l'époque *primitive*, postérieure à l'*époque préhistorique*, se rapportent des constructions, établies avec des blocs bruts, parfois de très grande dimension. Il est extrêmement remarquable que ces monuments offrent la plus grande ressemblance avec ceux qui sont connus dans l'ancien monde, particulièrement en France, sous les noms de *pierres levées*, *menhirs*, *cromlechs*, *dolmens* et sous la déno-

mination générale de *druidiques*. Ils sont très nombreux et sont répandus dans toutes les parties du territoire du Pérou. D'après l'auteur, ils paraissent avoir un sens religieux et avoir servi pour sépultures et sacrifices.

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 17 mai 1886.

Ministères de la Marine et de l'Instruction publique. Mission scientifique du cap Horn, 1882-1883; t. III. *Magnétisme terrestre. Recherches sur la constitution chimique de l'atmosphère*. Paris, Gauthier-Villars, 1886; in-4°. (Présenté par M. Mascart.)

Ministère de l'Agriculture. Direction de l'Agriculture. Compte rendu des travaux du service du Phylloxera. Année 1885. Paris, Impr. nationale, 1886; gr. in-8°.

La peur. Étude psycho-physiologique; par A. Mosso, traduit de l'italien, sur la troisième édition, par F. Hément. Paris, F. Alcan, 1886; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Charcot.)

Des conditions et des modes de l'intervention chirurgicale pendant l'expédition du Tonkin (1883-1884-1885); *par le* Dr H. Nimier. Paris, V. Rozier, 1886; br. in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey, pour le concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Traitement de la variole par la médication éthérée-opiacée; par le Dr du Castel. Paris, impr. Bourloton, 1886; br. in-8°. (Présenté par M. Vulpian, pour le concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Paléontologie française ou description des fossiles de la France. Terrain jurassique; livr. 4 : *Terrains tertiaires : Éocène, Échinides;* livr. 35 : *Éphédrées, Spirangiés;* livr. 81 : *Crinoïdes, Terrain crétacé;* livr. 31 : *Zoophytes*. Paris, G. Masson, 1885; 4 livr. in-8°.

Draparnaud botaniste; par M. D. Clos. Montpellier, typogr. Boehm, 1885; in-8°. (Extrait de la *Revue des Sciences naturelles*.)

Listes des espèces de Coléoptères carnassiers terrestres et aquatiques, etc. —

Note sur les Crustacés isopodes de la Belgique; par A. PREUDHOMME DE BORRE. Gand, impr. Annoot-Braeckman, 1886; 2 br. in-8°.

Relation de l'épidémie cholérique observée à l'hôpital Saint-Antoine en novembre et décembre 1884; *par* P. DUFLOCQ. Le Mans, impr. A. Drouin, 1886; in-8°. (Adressé par l'auteur au concours Bréant.)

Acta mathematica. Journal rédigé par G. MITTAG-LEFFLER; t. VIII, fasc. I. Stockholm, Beijer; Paris, Hermann, 1886; in-4°. (Présenté par M. Hermite.)

Curso de Geodesia y Topografia; por FRANCISCO BEUF. Buenos-Aires, impr. Europea, 1886; in-8° relié. (Présenté par M. l'Amiral Mouchez.)

The fixed idea of astronomical theory; by A. TISCHNER. Leipzig, G. Fock, 1885; in-8° cart.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 24 MAI 1886.

Carte de la France, dressée par le service des Cartes et Plans du Ministère des Travaux publics, à l'échelle du $\frac{1}{200000}$. Tableau d'assemblage et feuilles 20, 30, 31, 48, 67, 115, 131, 132; in-f°, 1886.

Ministère de la Guerre. Service géographique de l'armée. Notices sur la Carte d'Afrique au $\frac{1}{2000000}$; V^e^ livr. Paris, Impr. nationale, 1886; br. in-8°. — *Carte d'Afrique;* feuilles 7, 8, 14, 15, 21, 22, 61, 62. — *Carte de la Tunisie au* $\frac{1}{200000}$; feuilles 16 *bis*, 16 et 19, 20 et 21. — *Carte topographique de l'Algérie au* $\frac{1}{50000}$; feuilles 9, 15, 32, 65, 88, 179. — *Carte de France au* $\frac{1}{200000}$; feuilles 4 et 10. — *Carte topographique de la France au* $\frac{1}{50000}$. Saint-Dizier, Sermaize, Château-Salins, Avricourt, Pont-à-Mousson, Charmes, Baccarat, Gy, Saint-Dié, Plombières, Thionville, Remiremont. (Présenté par M. le colonel Perrier.)

Sur la jonction des deux galeries d'avancement du tunnel du Saint-Gothard. — Sur les travaux mécaniques du tunnel du Saint-Gothard. — Sur les travaux du tunnel du Saint-Gothard. — Note historique sur les procédés de percement utilisés au tunnel du mont Cenis. — Considérations sur les forces motrices hydrauliques aux extrémités du Saint-Gothard. — Notes sur l'exécution des longs tunnels à ciel fermé par l'emploi de l'air comprimé. — Notes sur les inconvénients et les difficultés du tunnel étudié sous le mont Blanc, etc. — *Le percement du mont Cenis. — Perforateurs. — Contributions à l'étude de la grêle et des trombes aspirantes. — Mémoire sur les travaux d'avancement du tunnel du Saint-Gothard. — Les travaux mécaniques pour le percement du tunnel du Saint-Gothard. — Résumé historique des études géologiques et des travaux d'ex-*

cavation entrepris en France et en Angleterre, en vue de l'exécution d'un chemin de fer sous la Manche. — Notice sur les inventions mécaniques de M. G. Leschot. — *Les procédés hygiéniques pour les percements des longs tunnels à ciel fermé. — Le tunnel du mont Saint-Gothard. — Bateaux à vapeur. — Terrasses lacustres du lac Léman,* etc.; *par* M. D. COLLADON. Paris et Genève, 21 br. in-4° et in-8°. (Présentées par M. Resal.)

Expériences faites au tunnel du Saint-Gothard sur l'écoulement de l'air comprimé, etc.; *par* E. STOCKALPER. Genève, Schuchardt, 1879; br. in-8°.

Emploi simultané, dans les mines et tunnels, de la perforation mécanique et des dynamites Nobel, etc.; *par* F. BARBE. Paris, 1881; br. in-8°.

Le tunnel des Alpes. Études d'art et industrie; par HUDRY-MENOS. Lausanne, H. Mignot, 1871; br. in-8°.

Bulletin météorologique du département de l'Hérault, publié sous les auspices du Conseil général. Année 1885. Montpellier, typogr. Boehm, 1886; in-4°.

Le régime et la réforme pénitentiaires; par B. NICOLLET. Grenoble, chez l'Auteur, 1886; in-8°.

Traité d'hygiène militaire; par G. MORACHE; 2e édition. Paris, J.-B. Baillière, 1886; in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey, pour le concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Étude d'hygiène publique; par le Dr A. OLLIVIER; 1re série. Paris, Steinheil, 1886; in-8°. (Présenté par M. Vulpian, pour le concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Traité d'Anatomie pathologique; par E. LANCEREAUX; t. III, Ire Partie. Paris, A. Delahaye et Lecrosnier, 1885; in-8°. (Présenté par M. Vulpian.)

Thèses présentées à la Faculté des Sciences de Paris pour obtenir le grade de docteur ès Sciences physiques; par M. CH. CLOEZ; Première Thèse : *Recherches sur les dérivés chlorés de l'acétone.* Deuxième Thèse : *Propositions données par la Faculté.* Paris, Gauthier-Villars, 1886; in-4°. (Présentées par M. Vulpian.)

Recherches sur le choléra; par W. NICATI et M. RIETSCH. Paris, F. Alcan, 1886; in-8°. (Renvoi au concours Bréant.)

Le choléra chez nous; par A.-E. FOLEY, Paris, J.-B. Baillière, 1886; in-8°. (Renvoi au concours Bréant.)

Causerie scientifique sur l'Astronomie; par CH. GUILLE; t. I : *Scientia et Veritas.* Paris, P. Dupont, 1885; in-8°.

Manuel de Conchyliologie et de Paléontologie conchyliologique; par le Dr P. FISCHER; fasc. X. Paris, F. Savy, 1886; in-8°. (Présenté par M. de Lacaze-Duthiers.)

Le mouvement scientifique et industriel en 1885. *Causeries scientifiques du journal* la Gironde; *par* H. VIVAREZ; 1re année. Paris, J. Michelet, 1886; in-12.

Note sur un champignon développé dans la salive humaine; par le Dr GALIPPE. Paris, F. Alcan, 1886; br. in-8°. (Extrait du *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie.*)

Bulletin de la Société impériale des Naturalistes de Moscou; année 1885, n° 2. Moscou, 1885; in-8°.

Krakatau; par R.-D.-M. VERBEEK; seconde Partie. Batavia, impr. de l'État, 1886; in-8°, avec Album et Cartes.

Nouvelle théorie fondée sur l'expérience de la cause de la production de l'électricité dans les piles hydro- et thermo-électriques et remarques sur les courants électriques. — Procédé pour résoudre facilement les problèmes de Chimie les plus compliqués par des équations tangibles, etc.; *par* E. DELAURIER, 1886; 2 br. in-12.

Sulla gommosi dei fichi. Memoria del prof. O. COMES. Sans lieu ni date; br. in-8°. (Présentée par M. Duchartre.)

Memoria sobre las aguas potables de la capital de Mexico; por el Dr ANTONIO PENAFIEL. Mexico, oficina tipogr. de la Secretaria de Fomento, 1884; in-4°.

Estadistica general de la Republica mexicana, publicacion oficial; redactor Dr A. PENAFIEL. Mexico, oficina tipogr. de la Secretaria de Fomento, 1884; in-4°.

Real Academia de Ciencias naturales y Artes de Barcelona. Acta de la sesion inaugural de los trabajos de la Corporacion en el año academico de 1885 *à* 1886, *celebrada el* 20 *de diciembre* 1885. Barcelona, impr. Jaime Jepus, 1886; in-4°.

Anales de Construcciones civiles y de Minas del Perù; publicados por la Escuela de Construcciones civiles y de Minas de Lima; t. V. Lima, Masias y Ca, 1885; in-8°. (Présenté par M. Daubrée.)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 31 MAI 1886.

PRÉSIDENCE DE M. JURIEN DE LA GRAVIÈRE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** transmet une ampliation du Décret par lequel M. le Président de la République approuve l'élection que l'Académie a faite de M. *Sarrau*, pour remplir, dans la Section de Mécanique, la place laissée vacante par le décès de M. *de Saint-Venant*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Sarrau** prend place parmi ses Confrères.

M. le **Président** annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. *de Vergnette-Lamotte*, Correspondant de la Section d'Économie rurale, décédé à Beaune le 28 mai 1886.

ASTRONOMIE. — *Observations des petites planètes, faites au grand instrument méridien de l'observatoire de Paris pendant le premier trimestre de l'année* 1886. Communiquées par M. **Mouchez.**

Dates. 1886.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
		(4) Vesta.			
	h m s	h m s	s	° ′ ″	″
Janv. 5......	9.44.36	4.46.11,70	+0,64	71.12.17,3	— 1,9
7......	9.35.23	4.44.50,53	+0,68	71. 7.56,8	— 2,0
16......	8.55.24	4.40.13,21	+0,53	70.46.15,3	— 1,5
23......	8.26. 1	4.38.21,90	+0,73	70.26.57,7	— 1,6
		(148) Gallia.			
Janv. 7......	11.13.18	6.23. 1,36	»	96. 2.37,0	»
8......	11. 8.31	6.22.10,00	»	95.51. 0,2	»
		(66) Maïa (1).			
Janv. 8......	10.32.20	5.45.52,68	»	61.18.43,1	»
		(144) Vibilia.			
Janv. 26......	11.20.15	7.44.53,42	»	63.44.14,4	»
29......	11. 5.37	7.42. 2,90	»	63.36. 1,7	»
Fév. 2......	10.46.21	7.38.30,15	»	63.26.41,4	»
8......	10.18. 5	7.33.49,00	»	63.16. 0,5	»
9......	10.13.27	7.33. 7,11	»	63.14.41,5	»
		(29) Amphitrite.			
Janv. 26......	11.46.18	8.11. 1,17	»	61.29.51,7	»
29......	11.31.18	8. 7.48,32	»	61.27.48,8	»
Fév. 1......	11.16.25	8. 4.42,56	»	61.27. 5,7	»
		(192) Nausicaa.			
Janv. 26......	11.49.38	8.14.21,83	—1,35	62.31.25,5	+ 67,6
29......	11.34.20	8.10.51,19	—1,51	62.30.12,3	+ 63,8
Fév. 1......	11.19.11	8. 7.29,01	—1,28	»	»
8......	10.44.32	8. 0.19,85	—1,26	62.35. 1,2	+ 61,8
10......	10.34.51	7.58.30,59	—1,37	62.37.38,9	+ 55,3
13......	10.20.33	7.55.59,54	—1,45	62.42.16,2	+ 60,7

(1) On n'a pu s'assurer si l'astre observé est bien la planète.

Dates. 1886.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
		(49) Palès.			
	h m s	h m s		° ′ ″	
Fév. 1......	10. 9.47	6.57.53,21	»	67.25.49,1	»
2......	10. 5.16	6.57.18,41	»	67.25.59,6	»
8......	9.38.43	6.54.20,40	»	67.27.11,5	»
9......	9.34.21	6.53.54,41	»	67.27.28,7	»
		(28) Bellone.			
Fév. 1......	10.41.39	7.29.51,16	»	74.39.58,4	»
2......	10.37. 3	7.29.10,69	»	74.32.52,4	»
8......	10. 9.50	7.25.32,08	»	73.50.57,3	»
9......	10. 5.23	7.25. 1,39	»	73.44.12,8	»
10......	10. 0.58	7.24.31,83	»	73.37.26,0	»
13......	9.47.52	7.23.13,83	»	73.17.28,2	»
		(24) Thémis.			
Fév. 5......	11.10.51	8.14.53,36	»	68.53.11,5	»
8......	10.56.44	8.12.34,35	»	68.46.22,4	»
9......	10.52. 4	8.11.49,70	»	68.44.13,1	»
10......	10.47.24	8.11. 5,87	»	68.42.15,4	»
13......	10.33.33	8. 9. 2,04	»	68.36.32,5	»
15......	10.24.25	8. 7.45,27	»	68.33.12,3	»
		(43) Ariane.			
Mars 4......	10.17. 6	9. 7.26,79	»	78.40.56,1	»
7......	10. 3. 1	9. 5. 9,18	»	78.29. 3,4	»
8......	9.58.23	9. 4.26,58	»	78.25.17,9	»
10......	9.49.11	9. 3. 6,59	»	78.18. 7,1	»
11......	9.44.38	9. 2.29,07	»	78.14.33,7	»
12......	9.40. 6	9. 1.53,46	»	78.11.12,1	»
13......	9.35.36	9. 1.19,54	»	78. 7.58,2	»
		(200) Dynamène.			
			s		
Mars 7......	10.38.28	9.40.41,63	+0,67	77.16. 1,4	+ 7,3
8......	10.33.48	9.39.57,59	+0,27	77.14.25,0	+ 2,3
10......	10.24.33	9.38.34,16	»	77.11.38,2	»
11......	10.19.57	9.37.54,21	»	77.10.24,7	»

Dates. 1886.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
		(211) Isolde.			
	h m s	h m s	s	° ′ ″	″
Mars 7......	10.57.27	9.59.43,86	+59,60	83.30. 0,4	+347,4
8......	10.52.50	9.59. 2,79	+59,28	83.25.55,7	+348,1
10......	10.43.39	9.57.43,56	»	83.17.47,5	»
11......	10.39. 5	9.57. 5,31	»	83.13.46,9	»
12......	10.34.32	9.56.28,43	»	83. 9.53,5	»
13......	10.30. 0	9.55.52,50	»	83. 6. 4,3	»
		(204) Callisto.			
Mars 7......	11.10.25	10.12.44,68	+48,14	89. 4.55,3	+225,1
10......	10.56.19	10.10.25,80	+47,67	88.42. 7,2	+219,9
11......	10.51.39	10. 9.41,01	+47,44	88.34.34,7	+223,5
		(65) Maximiliana.			
Mars 7......	11.23.35	10.25.56,04	»	80.13.57,0	»
8......	11.18.59	10.25.16,25	»	80. 9.17,4	»
10......	11. 9.49	10.23.57,94	»	80. 0. 5,6	»
11......	11. 5.15	10.23.19,65	»	79.55.37,9	»
12......	11. 0.41	10.22.41,33	»	79.51.11,5	»
13......	10.56. 8	10.22. 4,39	»	79.46.48,6	»
23......	10.11.15	10.16.29,87	»	79. 7.10,4	»
30......	9.40.41	10.13.26,62	»	78.44.42,6	»
		(162) Laurentia.			
Mars 8......	11.10.35	10.16.50,51	»	69.58.38,9	»
10......	11. 1.14	10.15.21,52	»	69.56.32,5	»
11......	10.56.35	10.14.38,38	»	69.55.47,8	»
12......	10.51.58	10.13.56,74	»	69.55.15,1	»
13......	10.47.21	10.13.16,30	»	69.54.49,4	»
		(25) Phocéa.			
Mars 10......	11.22.56	10.37. 7,32	»	107.33.13,4	»
11......	11.18. 8	10.36.14,94	»	107.22.56,2	»
23......	10.21.25	10.26.41,55	»	105. 4.24,6	»
30......	9.49.29	10.22.15,52	»	103.35.33,5	»

Dates. 1886.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
		(35) Leucothée.			
	h m s	h m s	s	° ′ ″	″
Mars 12......	11.39.29	11. 1.36,14	−8,71	81.26.13,3	− 51,6
13......	11.34.40	11. 0.42,21	−8,55	»	»
23......	10.46.58	10.52.18,33	−8,36	81.20.33,6	− 52,8
26......	10.32.58	10.50. 5,87	−8,18	81.21.11,3	− 53,7
30......	10.14.36	10.47.26,85	−8,03	81.23.44,0	− 53,3
31......	10.10. 4	10.46.50,42	−8,13	81.24.42,9	− 51,2
		(77) Frigga.			
Mars 23......	11. 1. 5	11. 6.28,11	»	83.31.15,1	»
26......	10.47. 4	11. 4.13,81	»	83.20. 9,2	»
30......	10.28.35	11. 1.28,62	»	»	»

» Les comparaisons de Vesta se rapportent à l'éphéméride du *Nautical Almanac;* celles de Nausicaa, d'Isolde et de Callisto aux éphémérides publiées dans les n°s 266 et 267 des Circulaires du *Berliner Jahrbuch;* celles de Leucothée à une éphéméride publiée dans le *Bulletin astronomique*, t. III, p. 85, et enfin celles de Dynamène à l'éphéméride du *Berliner Jahrbuch*.

» Les observations ont été faites par M. *P. Puiseux*.

» Le nombre des observations méridiennes de petites planètes, obtenues dans le premier trimestre de 1886, accuse une augmentation considérable sur les périodes antérieures.

» Ce résultat est dû au travail personnel des astronomes de l'observatoire de Paris.

» Les planètes Palès, Bellone, Phocéa ont été retrouvées et suivies à l'aide d'éphémérides approchées calculées par M. *Fabry;* les planètes Thémis, Ariane, Cybèle, Frigga, au moyen d'éphémérides calculées par M. *P. Puiseux*. Dans le but de faciliter les observations, M. Fabry a en outre déterminé, à l'équatorial, la correction approchée d'un certain nombre d'éphémérides.

» J'espère que l'Académie voudra bien prendre en considération les efforts persévérants de ces astronomes pour développer cette branche intéressante de l'Astronomie, qui, par les difficultés de l'observation de ces très faibles astres, est cultivée dans peu d'observatoires. »

ASTRONOMIE. — *Nouvelle méthode générale pour la détermination directe de la valeur absolue de la réfraction à tous les degrés de hauteur.* Note de M. **Lœwy.**

« J'ai indiqué, dans ma précédente Communication, un premier procédé qui se présente immédiatement à l'esprit et qui permet de trouver quelques valeurs absolues de la réfraction avec un degré d'exactitude suffisant. Il était nécessaire de le donner, car, dans certaines circonstances particulières, on peut recourir à ce mode d'observations.

» Je vais aujourd'hui exposer une méthode plus générale à l'aide de laquelle on peut obtenir, avec le minimum de travail et le maximum de précision possible, la réfraction absolue pour tous les degrés de hauteur.

» On observe d'abord, à l'aide du double miroir, les deux astres $(\star)_1$ et $(\star)_2$ au moment où ils se trouvent compris dans le même vertical; on a alors

$$l_{,} = \gamma + dz_{,} + dz_{,,}, \qquad \Delta = z_{,} + z_{,,}, \qquad \alpha = \frac{\Delta}{2},$$

$dz_{,}$ et $dz_{,,}$ étant les réfractions relatives aux distances zénithales $z_{,}$ et $z_{,,}$, α l'angle du prisme et Δ la distance des deux astres sur la voûte céleste. L'étoile $(\star)_2$, après son passage au méridien, atteindra encore une fois la distance zénithale $z_{,,}$, et l'on aura toujours la faculté de choisir les coordonnées des deux astres, de manière qu'à cette dernière époque la distance zénithale de l'étoile $(\star)_1$ devienne aussi égale à $z_{,,}$; on aura ainsi

$$l_{,,} = \gamma + 2\tang\frac{\Delta}{2}\cot z_{,,}\, dz_{,,}, \quad \text{d'où} \quad l_{,} - l_{,,} = dz_{,} + dz_{,,}\left(1 - 2\tang\frac{\Delta}{2}\cot z_{,,}\right).$$

Dans le cas particulier où $1 - 2\tang\frac{\Delta}{2}\cot z_{,,}$ est égal à zéro, $dz_{,}$ deviendra égal à $l_{,} - l_{,,}$; on voit donc que, pour chaque valeur de l'angle donné du prisme, on a la faculté de déterminer avec une haute précision la valeur absolue de la réfraction pour une certaine distance zénithale $z_{,}$; la réfraction $dz_{,}$ est égale à la différence de deux mesures différentielles $l_{,}$ et $l_{,,}$ qui sont indépendantes de toute erreur systématique et qui s'obtiennent en mesurant, à deux époques différentes, avec le fil mobile du micromètre, la projection de la distance sur la trace du plan de projection commun. Au lieu d'être obligé d'établir une formule *a priori* pour la loi de la réfraction et de déduire ensuite, par les observations astronomiques, seulement les constantes qui figurent dans cette formule empirique, on

dispose donc d'une méthode d'une rigueur absolue, on peut le dire, permettant de déterminer les réfractions elles-mêmes. Le problème de la mesure directe de la réfraction se trouve ainsi complètement résolu. Si l'on veut déduire expérimentalement la réfraction à tous les degrés de hauteur, il semble se présenter, au premier abord, une certaine difficulté pratique d'exécution; il paraîtrait nécessaire de faire construire autant de doubles miroirs d'angles différents qu'il y a de réfractions à déterminer. Cependant je développerai dans une Communication ultérieure un procédé de mesure qui permet d'éviter cette difficulté.

» Les relations $\tang z_{\prime\prime} = 2 \tang \frac{\Delta}{2}$, $z_{\prime} = \Delta - z_{\prime\prime}$ font connaître la distance zénithale $z_{\prime}$ pour laquelle on peut obtenir l'effet de la réfraction. Dans le Tableau suivant, on trouvera pour chaque angle α du prisme la distance zénithale $z_{\prime}$ pour laquelle on peut évaluer directement l'effet de la réfraction :

α.	$z_{\prime}$.	α.	$z_{\prime}$.	α.	$z_{\prime}$.
30°........	10°.54′	50°........	32°.46′	70°........	60°.19′
35........	15.32	55........	39.18	75........	67.38
40........	20.47	60........	46. 6	80........	75. 2
45........	26.34	65........	53. 8	85........	82.30

» Ainsi, par exemple, α étant égal à 70°, $\Delta = 140°$, on pourra déterminer la valeur absolue de la réfraction pour la distance zénithale 60° 19′. Avec un double miroir d'un angle de 59° 12′, on pourra déterminer directement la valeur de la constante de la réfraction.

» Le procédé pratique à suivre pour arriver à la valeur absolue de la réfraction correspondant, par exemple, à une distance zénithale de 60° 19′ est le suivant : on donne à l'angle du prisme, conformément au Tableau précédent, la valeur de 70°, et, les deux étoiles ayant été choisies convenablement, on fera une première observation au moment où elles se trouvent dans le même cercle de hauteur, et la seconde fois à l'époque où elles auront toutes deux la même hauteur au-dessus de l'horizon; cette hauteur sera $90 + z_{\prime} - \Delta = 10° 19'$. Comme nous l'avons indiqué précédemment, il n'est pas nécessaire d'effectuer rigoureusement les observations aux deux époques que nous venons d'indiquer. On commencera les observations dix ou quinze minutes avant et on les terminera dix ou quinze minutes après. Ayant ainsi la faculté de faire un très grand nombre de pointés, on augmentera alors la précision d'une manière notable.

» Les coordonnées des deux astres étant données, on connaîtra d'avance, avec toute la précision nécessaire, l'époque exacte correspondant aux

deux observations conjuguées. Ayant marqué l'heure pour chaque pointé, on trouvera ensuite par interpolation la valeur des distances pour les deux époques désirées. On peut encore, si l'on veut, supposer connues les variations de la réfraction pour les faibles changements en hauteur se produisant pendant le court espace d'une dizaine de minutes, qui précède ou suit l'époque donnée, et utiliser, pour la réduction à l'époque moyenne, les variations fournies par les Tables. Dans la pratique, naturellement, on fera l'inverse, c'est-à-dire que, ayant fait faire par l'opticien un double miroir, on mesurera l'angle α qui lui correspond, et, à l'aide des relations précédentes, on saura quelle est la distance zénithale pour laquelle on peut déterminer la valeur absolue de la réfraction.

» Il est nécessaire d'indiquer les règles à suivre dans le choix des coordonnées des étoiles, afin que les mesures puissent être effectuées conformément aux conditions exigées, c'est-à-dire que les deux étoiles se trouvent à un moment donné dans le même cercle de hauteur aux distances zénithales $z_{\prime}$ et $z_{\prime\prime}$, qui sont connues à l'avance, et à une seconde époque où ces mêmes étoiles doivent se trouver à la distance zénithale $z_{\prime\prime}$. En désignant par $\delta_{\prime}$ et $\delta_{\prime\prime}$ les déclinaisons des deux étoiles, par s leur différence en ascension droite, par $\tau_{\prime}$ et a l'angle horaire et l'azimut de l'étoile $(\star)_1$, à l'époque où elle se trouve dans le même cercle de hauteur que l'étoile $(\star)_2$, par $\tau_{\prime\prime}$ l'angle horaire de l'étoile $(\star)_2$ à ce même instant, par A l'angle entre les distances zénithales à l'époque où les deux astres se trouvent à la même hauteur, par $\tau_{\prime\prime\prime}$ l'angle horaire de l'étoile $(\star)_1$ à cette seconde époque, alors on trouvera facilement, à l'aide des quantités données α, $z_{\prime}$ et $z_{\prime\prime}$, la valeur des inconnues $\delta_{\prime}$, $\delta_{\prime\prime}$, s, $\tau_{\prime}$, $\tau_{\prime\prime}$, $\tau_{\prime\prime\prime}$. On a d'abord A à l'aide de l'une quelconque des formules suivantes :

$$\sin\frac{A}{2}\sin z'' = \sin\frac{\Delta}{2}, \qquad \cos\frac{A}{2} = \frac{\sqrt{3}}{2}\cos\frac{\Delta}{2}, \qquad \cos A = \frac{-1+3\cos\Delta}{4}.$$

Au moment où les deux étoiles se trouvent dans le même vertical, on a

$$\sin\delta_{\prime} = \sin\varphi\cos z_{\prime} - \cos\varphi\sin z_{\prime}\cos a, \qquad \sin\delta_{\prime\prime} = \sin\varphi\cos z_{\prime\prime} + \cos\varphi\sin z_{\prime\prime}\cos a;$$

à l'époque où elles ont une même hauteur au-dessus de l'horizon, on a

$$\sin\delta_{\prime} = \sin\varphi\cos z_{\prime\prime} + \cos\varphi\sin z_{\prime\prime}\cos(a - A).$$

En posant $\sin\varphi = r\sin\beta$, $\cos\varphi\cos a = r\cos\beta$ et $\sqrt{3} = \operatorname{tang}\psi\cos z_{\prime\prime}$, il en résulte

$$\cos(\psi + a) = 2\operatorname{tang}\frac{\Delta}{2}\cos\psi\operatorname{tang}\varphi,$$

relation qui fournit deux valeurs pour l'angle $\psi + a$ ou pour a, et qui correspondent aux deux solutions du problème. Ayant conclu a, les relations suivantes permettent de calculer toutes les autres inconnues. On déduit $\sin\delta_, = r\sin(\beta - z_,)$, $\sin\delta_{,,} = r\sin(\beta + z_{,,})$ et $\tau_,$, $\tau_{,,}$ et $\tau_{,,,}$ au moyen de

$$\sin\tau_, \cos\delta_, = \sin a \sin z_,, \qquad \sin\tau_{,,} \cos\delta_{,,} = -\sin a \sin z_{,,},$$
$$\sin\tau_{,,,} \cos\delta_, = \sin(A + a)\sin z_{,,}, \qquad \cos s \cos\delta_, \cos\delta_{,,} = \cos\Delta - \sin\delta_, \sin\delta_{,,}.$$

On trouvera donc, pour chaque latitude et pour l'angle donné de α, deux couples d'étoiles remplissant les conditions données du problème. Pour avoir ces deux solutions, il faut considérer, dans les formules, les deux valeurs des angles $\tau_,$, $\tau_{,,}$, $\tau_{,,,}$ et s qui correspondent aux fonctions trigonométriques, et, pour éviter des méprises, il faut toujours vérifier les résultats par la relation $s = \tau_, - \tau_{,,}$, s étant directement calculé par la formule précédente.

» Toutefois il n'est pas nécessaire de se conformer d'une manière absolue aux règles établies ci-dessus dans le choix des coordonnées. Il est facile de se convaincre que, à l'époque d'égale hauteur, il n'est pas indispensable que les deux astres soient rigoureusement à la distance zénithale $z_{,,} = \Delta - z_,$. En effet, si la loi hypothétique exprimée par la formule $dz = \rho \operatorname{tang} z$ était vraie, il en résulterait que l'effet de la réfraction $d\Delta$ sur la distance Δ serait exactement le même, quelle que soit la distance zénithale correspondante à la mesure; $d\Delta = dz \operatorname{tang}\frac{\Delta}{2}\cot z$ serait, dans ce cas, toujours 2ρ; quelle que soit la loi de la réfraction, il est évident que nous pouvons toujours considérer, pour de faibles variations en hauteur de 30′ à 40′, $d\Delta = 2\operatorname{tang}\frac{\Delta}{2}\cot z$ comme une quantité invariable. En se donnant cette latitude, on trouvera toujours alors, dans les Catalogues, des positions de couples d'étoiles très brillantes remplissant les conditions théoriques du problème.

» Dans le Tableau suivant, on trouvera calculées, pour les valeurs de α de 30° à 90°, pour la latitude de Paris et pour l'équateur, les coordonnées du couple d'étoiles à choisir dans chaque cas particulier. On se rendra ainsi approximativement compte, pour chaque latitude, des conditions pratiques du travail. C'est ainsi, par exemple, que, si l'on veut déterminer à Paris la constante de la réfraction, il faudra choisir deux étoiles dont les déclinaisons soient $+7°15'$ et $+49°57'$ et dont la différence en ascension droite soit 13^h46^m ou 10^h14^m, et, dans ce cas, la durée du travail sera 6^h16^m. A l'équateur l'intervalle entre les deux observations conjuguées ne sera pas 4^h.

Latitude de Paris.

α.	$\delta_{,}$.	$\delta_{,,}$.	Première solution.			Seconde solution.		
			$\tau_{,}$.	$\tau_{,,}$	$\tau_{,,,}$.	$\tau_{,}$.	$\tau_{,,}$.	$\tau_{,,,}$.
°	° ′	° ′	h m	h m	h m	h m	h m	h m
30.......	+38. 1	+80.36	−0. 7	9.40	−0.27	12. 6	2.20	12.27
35.......	+33.35	+74. 0	−0.15	9.27	−0.42	12.15	2.33	12.42
40.......	+28.40	+68. 3	−0.26	9.17	−0.57	12.26	2.43	12.57
45.......	+23.25	+62.41	−0.39	9. 9	−1.13	12.39	2.51	13.13
50.......	+17.54	+57.49	−0.53	9. 2	−1.28	12.53	2.58	13.28
55.......	+12.11	+53.22	−1. 8	8.57	−1.41	13. 8	3. 3	13.41
60.......	+ 6.19	+49.18	−1.24	8.52	−1.55	13.24	3. 8	13.55
65.......	+ 0.21	+45.32	−1.41	8.49	−2.10	13.41	3.11	14.10
70.......	− 5.42	+42. 1	−1.58	8.47	−2.26	13.58	3.13	14.26
75.......	−11.45	+38.42	−2.16	8.45	−2.46	14.16	3.15	14.46
80.......	−17.48	+35.34	−2.35	8.43	−3.13	14.35	3.17	15.13
85.......	−23.46	+32.33	−2.56	8.42	−3.55	14.56	3.18	15.55
90.......	−29.37	+29.37	−3.18	8.42	−6. 0	15.18	3.18	18. 0

Pour l'équateur.

α.	$\delta_{,}$.	$\delta_{,,}$.	Première solution.			Seconde solution.		
			$\tau_{,}$.	$\tau_{,,}$.	$\tau_{,,,}$.	$\tau_{,}$	$\tau_{,,}$.	$\tau_{,,,}$.
°	° ′	° ′	h m	h m	h m	h m	h m	h m
30.......	−10.11	+45. 0	0.19	−1.34	3.15	−0.19	1.34	−3.15
35.......	−14,42	+50.30	0.22	−1.38	3.33	−0.22	1.38	−3.33
40.......	−19.54	+55.28	0.25	−1.42	3.48	−0.25	1.42	−3.48
45.......	−25.40	+60. 0	0.28	−1.46	4. 1	−0.28	1.46	−4. 1
50.......	−31.54	+64. 9	0.32	−1.50	4.11	−0.32	1.50	−4.11
55.......	−38.28	+67.59	0.35	−1.53	4.20	−0.35	1.53	−4.20
60.......	−45.22	+71.36	0.37	−1.54	4.27	−0.37	1.54	−4.27
65.......	−52.29	+74.56	0.39	−1.57	4.32	−0.39	1.57	−4.32
70.......	−59.47	+78. 8	0.41	−1.58	4.37	−0.41	1.58	−4.37
75.......	−67.14	+81.13	0.42	−1.59	4.40	−0.42	1.59	−4.40
80.......	−74.46	+84.10	0.43	−2. 1	4.42	−0.43	2. 1	−4.42
85.......	−82.23	+87. 5	0.42	−2. 3	4.43	−0.42	2. 3	−4.43
90.......	−90. 0	+90. 0	0.42	−2. 5	4.43	−0.42	2. 5	−4.43

» Lorsqu'on procédera à la détermination de la valeur absolue de la réfraction, il faudra *naturellement* arrêter à l'avance le plan du travail à suivre et ce plan dépendra *évidemment* des circonstances locales. Il sera toujours intéressant de connaître la valeur de cet élément pour les couches les plus basses de l'atmosphère. Dans les localités où les mesures peuvent encore être exécutées sans difficulté jusqu'à 10° de hauteur, on cherchera la valeur absolue de la réfraction dont la détermination ne nécessite pas des observations au delà d'une distance zénithale de 80°. Les formules $\tang z'' = \tang 80° = 2 \tang \frac{\Delta}{2}$, $z_{,} = \Delta - z_{,,}$, donnent $\frac{\Delta}{2} = \alpha = 70°34',5$, $\Delta = 141°9',0$ et $z_{1} = 60°35'$ et font donc connaître qu'en se plaçant à ce point de vue, on pourra déterminer la valeur absolue de la réfraction correspondant à la distance zénithale de 60°35'.

» Dans les observatoires où l'on peut encore opérer jusque dans le voisinage immédiat de l'horizon, par exemple ceux de Nice et d'Alger, il se présente une solution particulière très remarquable. En effet, en donnant à l'angle α la valeur 90°, on pourra simultanément voir dans la lunette deux étoiles distantes dans le ciel de 180°. Comme deux astres se trouvent, dans ce cas, compris dans deux grands cercles perpendiculaires l'un sur l'autre, dont l'un passe par le zénith et l'autre se trouve dans l'horizon, on peut effectuer les mesures conjuguées de deux manières différentes et immédiatement l'une après l'autre. En dirigeant le double miroir sur le zénith, on aura la distance affectée du double effet de la réfraction horizontale ρh; en le plaçant ensuite à l'horizon, au milieu du grand cercle, on mesurera la distance directement et d'une manière indépendante de la réfraction. On aura ainsi les deux relations suivantes

$$l_{,} = \gamma + 2\rho h, \qquad l_{,,} = \gamma;$$

la différence $l_{,} - l_{,,}$ fera donc connaître avec une précision très élevée $2\rho h$ le double de la réfraction horizontale. L'observatoire d'Alger étant très élevé, M. Trépied peut observer facilement les étoiles situées à l'horizon et même quelquefois 1° ou 2° au-dessous de l'horizon. Dans des situations semblables, on aura donc un moyen très précieux de déterminer la réfraction horizontale dans des conditions de précision tout à fait exceptionnelles. On emploiera dans une même soirée plusieurs couples d'étoiles; on effectuera la première série d'observations lorsque le miroir est dirigé vers le zénith; la distance entre les deux astres mesurée dans l'horizon restant invariable, on fera cette seconde observation après; mais on pourrait aussi, pour plus de commodité, exécuter cette seconde mesure le lendemain. La différence ainsi constatée sera tout à fait indépendante de toute cause d'erreurs systématiques et même de l'effet de la précession et de la nutation, puisque la distance dans l'espace entre ces deux astres est tout à fait indépendante de ces variations, mais il sera nécessaire d'appliquer une petite correction tenant à l'effet de l'aberration. Dans ma première Note, par inadvertance, il a été dit qu'il faut corriger les observations faites, dans des conditions semblables, de la précession et de la nutation. Cette mesure, d'une aussi grande variation de la réfraction, pourrait être facilement exécutée au moyen d'un héliomètre; mais, pour des équatoriaux ordinaires, il faudrait quelques dispositions spéciales, afin de pouvoir mesurer les variations angulaires plus fortes que 1°.

» D'ailleurs dans nos équatoriaux modernes, qui se trouvent munis d'un oculaire mobile permettant d'explorer une grande étendue du champ,

cette disposition auxiliaire est fort simple. On aura atteint le but en plaçant sur le chariot du fil mobile deux fils fixes, distants d'environ 1°, et dont on pourra évaluer l'écartement angulaire à tout instant avec toute l'exactitude nécessaire. La déformation des images, étant identiquement la même dans les deux mesures différentielles, ne peut exercer aucune influence sur le résultat cherché. »

PHYSIQUE. — *Recherches sur les densités des gaz liquéfiés et de leurs vapeurs saturées;* par MM. **L. Cailletet** et **Mathias.**

« Plusieurs physiciens et, en particulier, Faraday, Thilorier, Bussy et Andreeff ont étudié les densités des gaz liquéfiés.

» Les difficultés et les dangers qu'on éprouve à manier ces liquides sous des pressions aussi élevées n'ont guère permis à ces auteurs d'obtenir des données un peu précises.

» MM. Fairbairn et Tate [1] ont étudié de leur côté les densités de la vapeur d'eau saturée entre + 58° et +144°.

» Dans les recherches que nous avons entreprises sur les densités des gaz liquéfiés et de leurs vapeurs saturées, recherches dont nous avons l'honneur de faire connaître les résultats à l'Académie, nous avons opéré avec des appareils d'une grande simplicité, fabriqués entièrement en verre et pouvant résister à des pressions de plusieurs centaines d'atmosphères. Nos appareils sont disposés de telle sorte qu'une même masse de gaz peut, sans crainte de perte ou de mélange, être condensée dans le tube même où le liquide doit être étudié, et cela autant de fois que l'expérience l'exige.

» I. Nous nous servons, pour mesurer les densités des vapeurs saturées, d'un tube de verre épais exactement jaugé et soudé à un réservoir cylindrique d'environ 60^{cc}, ouvert à sa partie inférieure.

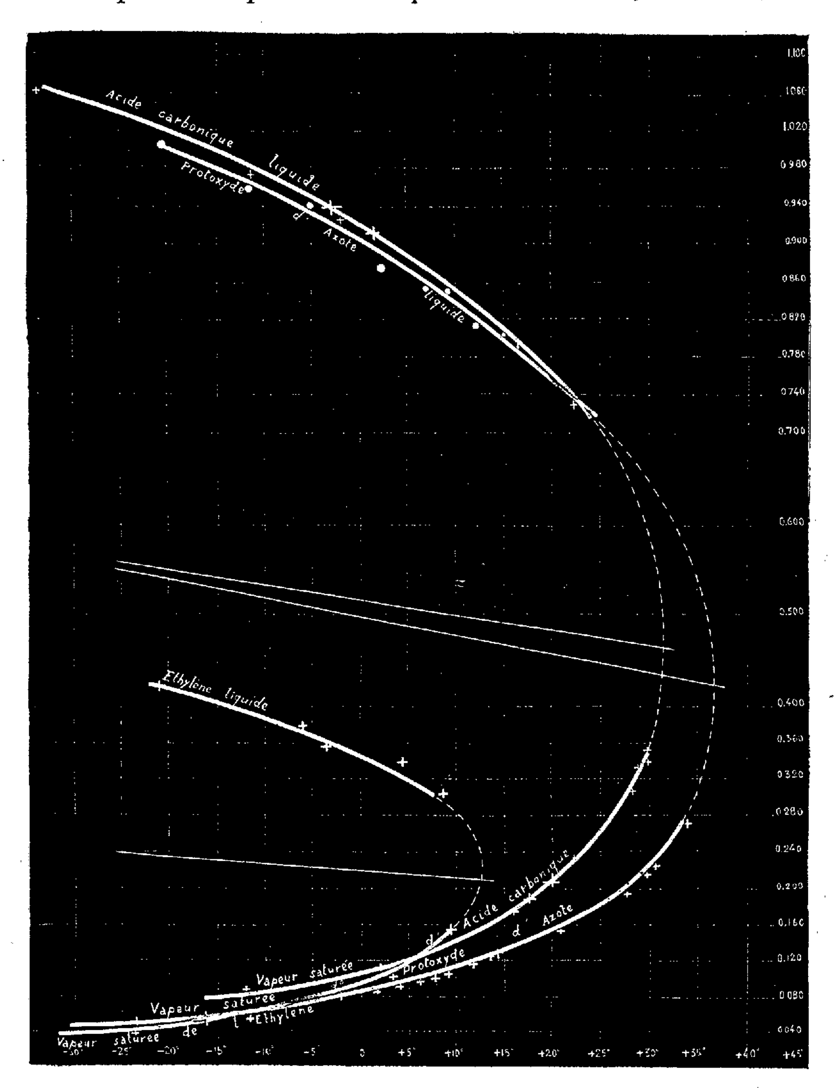
» On a rigoureusement déterminé le volume total de l'appareil, ainsi que la valeur d'une de ses divisions. Lorsqu'on veut opérer, on fait plusieurs fois le vide dans l'appareil au moyen d'une pompe à mercure, en rétablissant chaque fois la pression par l'introduction dans le réservoir du gaz pur et sec que l'on veut étudier. On mesure enfin la pression et la température du gaz, afin de pouvoir calculer son poids.

» Le réservoir est vissé sur l'éprouvette de l'appareil construit par l'un de nous pour ses recherches sur les gaz.

---

[1] *Philosophical Transactions* (1860), p. 188, et *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, p. 249.

» Le tube gradué est enveloppé d'un manchon en verre qui contient un liquide à température constante. On donne alors graduellement la pression afin d'obtenir dans le tube une certaine quantité de gaz liquéfié. Après s'être assuré que la température est parfaitement fixe, on diminue la pres-



sion avec une grande lenteur, jusqu'à ce que la dernière goutte du liquide condensé disparaisse. On note alors la température ([1]), ainsi que la divi-

---

([1]) Nous avons pu, grâce à l'obligeance de M. Broch, nous servir, pour les mesures

sion de la graduation, correspondant à la hauteur du mercure. Cette détermination peut être faite à $\frac{1}{10}$ de millimètre au moyen d'une lunette.

» Lorsqu'on connaît le poids du gaz saturé et son volume, il est facile d'en déduire la densité.

» Nos premières recherches ont porté sur le protoxyde d'azote, l'éthylène et l'acide carbonique.

» Le *protoxyde d'azote* a été préparé avec des précautions spéciales afin de l'obtenir sans mélange d'air; plusieurs séries d'expériences concordantes faites avec des échantillons de gaz différents s'étendent de — 28° à + 34°.

» Voici quelques-uns des nombres obtenus :

°	Densités.	°	Densités.	°	Densités.
— 28....	0,0378	— 1,5..	0,0785	+ 25,4..	0,178
— 21,5..	0,046	+ 11,8..	0,114	+ 28....	0,202
— 7,5..	0,066	+ 20,7..	0,153	+ 33,9..	0,265

» *Éthylène.* — Nous avons expérimenté sur de l'éthylène obligeamment préparé pour nos recherches par M. Riban; les déterminations s'étendent de — 30° à + 8°,9, température que nous n'avons pu dépasser à cause du point critique situé dans le voisinage de + 12°, ainsi que l'un de nous l'avait précédemment montré.

» Nous avons mesuré les densités suivantes :

°	Densités.	°	Densités.
— 30......	0,0329	— 2,0......	0,0831
— 23......	0,0389	+ 3,3......	0,1004
— 16......	0,0501	+ 6,1......	0,123
— 9......	0,0632	+ 8,9......	0,150

» *Acide carbonique.* — Nous avons fait avec ce gaz préparé à diverses reprises plusieurs séries d'expériences toutes très concordantes, s'étendant de — 23° à + 30°,2, dont nous extrayons les nombres ci-dessous :

°	Densités.	°	Densités.
— 23......	0,057	+ 15,7......	0,171
— 5......	0,085	+ 19,7......	0,201
+ 0,5.....	0,0983	+ 25,0.....	0,254
+ 10,1.....	0,141	+ 30,2.....	0,350

des températures, d'un excellent thermomètre, vérifié au Bureau international des Poids et Mesures.

» II. Densités des gaz liquéfiés. — L'appareil que nous avons construit pour ces recherches se compose d'un réservoir en verre soudé à un tube épais; ce réservoir, dont le volume est supérieur à 600^{cc}, peut être fixé au moyen d'un écrou sur une grande éprouvette en acier qui renferme du mercure. Un tube de verre formé de deux branches parallèles, d'environ $0^m,50$ de longueur et de $1^{mm},5$ de diamètre, est soudé au réservoir à gaz par l'intermédiaire d'un tube horizontal. L'appareil, entièrement en verre, a été essayé à 200^{atm}. Les deux branches parallèles du tube sont divisées en millimètres et contiennent une certaine quantité de mercure.

» Lorsque l'on comprime le gaz contenu dans le réservoir au moyen de la pompe de notre appareil et qu'en même temps on refroidit une des branches du tube divisé, en vertu du principe de la paroi froide, une certaine quantité de liquide vient distiller et déprime le mercure; on a soin de condenser aussi un peu de liquide dans la seconde branche, afin de n'avoir pas à s'occuper de la correction de la capillarité, dont les effets s'annulent ainsi.

» Soient h les différences des hauteurs du liquide condensé dans les deux branches et x la densité de ce liquide.

» Soient h' et δ la dénivellation du mercure et sa densité, et d la densité de la vapeur saturée à t; on a

$$hx = h'\delta + (h - h')d,$$

d'où l'on tire x.

» On voit que cet appareil nous permet d'opérer toujours avec la même masse de gaz qu'il nous est possible de faire passer à l'état liquide autant de fois que l'expérience l'exige.

» *Protoxyde d'azote.* — Nos déterminations s'étendent de $-20°,6$ à $+24°$:

°	Densités.	°	Densités.
− 20,6.....	1,002	+ 6,6.....	0,849
− 11,6.....	0,952	+ 11,7.....	0,810
− 5,5.....	0,930	+ 19,8.....	0,758
− 2,2.....	0,912	+ 23,7.....	0,698

» *Éthylène.* — Nous n'avons obtenu avec ce gaz liquéfié qu'un petit nombre de mesures : son extrême mobilité gêne les déterminations aux températures élevées.

» On se rappelle toutes les difficultés que Regnault a éprouvées en étudiant l'éthylène; nous devons faire les mêmes réserves que celles formulées

par l'illustre physicien :

	Densités.
— 21°	0,414
— 7,3	0,342
— 3,7	0,353
+ 4,3	0,332
+ 6,2	0,306

» *Acide carbonique.* — Nos expériences s'étendent de — 34° à + 22°. Nous avons trouvé :

	Densités.		Densités.
— 34°	1,057	+ 1°,3	0,907
— 25	1,016	+ 6,8	0,868
— 11,5	0,966	+ 11	0,840
— 1,6	0,910	+ 15,9	0,788
		+ 22,2	0,726

» On sait que M. Sarrau (¹) a pu calculer, au moyen des Tables de Clausius, les volumes spécifiques de l'acide carbonique à l'état liquide et de vapeur saturée.

» Pour comparer nos résultats à ceux de M. Sarrau, nous avons représenté graphiquement les densités, en prenant les températures pour abscisses et les densités pour ordonnées, nous avons mesuré sur la courbe les ordonnées correspondant à quatre températures équidistantes de 20°; nous écrivons ci-dessous les nombres trouvés par M. Sarrau et ramenés à la même unité :

		— 10°.	+ 10°.	+ 30°.
Vapeur saturée.	Expérience	0,0745	0,138	0,3480
	M. Sarrau	0,0736	0,138	0,3472
Liquide.	Expérience	0,960	0,842	0,530
	M. Sarrau	0,950	0,785	0,461

» Pour la densité de vapeur, l'accord est très satisfaisant. Quant au liquide, à raison des difficultés qu'on éprouve en opérant à basse température, on peut dire que, au-dessous de zéro, il y a concordance entre nos nombres et ceux de M. Sarrau. Au-dessus de zéro nos nombres sont plus grands.

» En résumé, les méthodes que nous venons de décrire peuvent être appliquées à tous les gaz dont le point critique est plus élevé que la température de congélation du mercure.

(¹) SARRAU, *Comptes rendus*, t. CI, p. 941, 994 et 1145.

» Dans la construction graphique des densités, chaque corps donne deux courbes qui semblent se raccorder au point critique. Si l'on cherche les milieux des cordes verticales, on trouve qu'elles sont très sensiblement sur des droites peu inclinées sur l'axe des abscisses.

» Nos expériences démontrent donc que, au point critique, la densité du liquide est égale à celle de sa vapeur, de là un moyen pratique de déterminer graphiquement la densité au point critique quand on connaît la température critique; on trouve ainsi pour :

Acide carbonique	— 0,46
Protoxyde d'azote	— 0,41
Éthylène	— 0,22

» Enfin, l'examen des courbes montre ce qu'on avait déjà signalé : c'est que la dilatation du gaz liquéfié est plus grande que celle du gaz lui-même (¹). »

OPTIQUE. — *Sur des expériences récentes faites par MM.* Albert-A. Michelson *et* Edward-W. Morley (²) *pour reconnaître l'influence du mouvement du milieu sur la vitesse de la lumière.* Note de M. **A. Cornu.**

« Dans la séance du 29 septembre 1851, l'Académie recevait de M. Fizeau communication d'un des plus beaux résultats expérimentaux que la Science ait jamais enregistrés : c'était la mémorable expérience par laquelle notre savant Confrère démontrait que le mouvement des corps change la vitesse avec laquelle la lumière se propage dans leur intérieur. Le mouvement de la matière transparente entraîne les ondes lumineuses, mais ne les entraîne que *partiellement* et dans la proportion que le génie de Fresnel avait déduite d'une observation d'Arago. M. Fizeau montrait, en effet, que l'air, même avec des vitesses de 25^m à la seconde, n'entraînait pas sensiblement les ondes lumineuses comme il entraîne les ondes sonores, tandis que l'eau, dont l'indice est plus élevé, entraîne la lumière avec un peu moins de la moitié de la vitesse dont elle est elle-même animée. La loi de Fresnel

(¹) Ces expériences ont été faites au laboratoire de M. Debray, à l'École Normale supérieure.

(²) *American Journal of Science,* vol. XXXI; mai 1886.

donne pour proportion $\frac{n^2 - 1}{n^2}$, rapport sensiblement nul pour les gaz et égal à 0,437 pour l'eau, dont l'indice $n = 1,333$.

» Ces résultats ont une grande importance théorique et constituent à peu près les seules données directes que possède l'Optique sur la constitution du milieu hypothétique, l'*éther*, siège des mouvements lumineux. Ils démontrent que l'*éther* est indépendant de la matière pondérable; l'entraînement partiel n'est qu'un entraînement apparent : il révèle simplement une transmission partielle du mouvement aux molécules pondérables, transmission qu'on représente quelquefois symboliquement par une variation de la densité de l'éther dans l'intérieur des corps transparents.

» Depuis près de trente-cinq ans que cette expérience a été faite, aucune publication n'avait annoncé qu'elle eût été répétée; deux savants américains, M. A. Michelson, bien connu par ses belles expériences sur la vitesse de la lumière, et M. W. Morley viennent de la reprendre. Leur travail, conçu dans l'esprit le plus élevé, exécuté avec ces puissants moyens d'action que les savants des États-Unis aiment à déployer dans les grandes questions scientifiques, fait le plus grand honneur à leurs auteurs,

» Après une exposition succincte de l'importance du problème résolu par M. Fizeau et la description de l'appareil, si simple et si parfait, imaginé pour y parvenir, les auteurs ajoutent modestement :

« ... Malgré toute l'ingéniosité déployée dans ce dispositif remarquable, qui est manifestement adapté d'une manière si admirable pour éliminer tout déplacement accidentel des franges par des causes extérieures, il semble qu'il plane encore un doute général sur les résultats obtenus ou, dans une certaine mesure, sur l'interprétation des conclusions énoncées par Fizeau. C'est ce motif, ainsi que l'importance fondamentale de ce travail, qui sont notre excuse de l'avoir répété; on doit mentionner que nous avons cherché à trouver des objections précises, mais sans succès. »

» Les savants auteurs ont cherché à perfectionner l'expérience; ils ont réussi à la répéter sur une échelle grandiose. Les deux tubes avaient 28^{mm} de diamètre et plus de 6^m de longueur; l'eau circulait dans ces tubes sous une pression de 23^m de hauteur, et la déviation de la frange centrale a atteint presque une frange entière ($0^f,899$).

» Une étude soignée du mouvement de l'eau a permis aux auteurs de déterminer avec précision la vitesse du liquide suivant l'axe des tubes, seul point sur lequel M. Fizeau avouait n'avoir pu obtenir une rigueur complète, faute de données suffisamment précises.

» Avec l'air animé d'une vitesse de 25^m par seconde, la déviation des franges a été sensiblement nulle.

« La conclusion de ce travail, ajoutent en terminant MM. Michelson et Morley, est donc que le résultat annoncé par Fizeau est entièrement correct et que *l'éther luminifère n'est aucunement affecté par le mouvement de la matière qu'il pénètre.* »

» L'Académie sera heureuse d'apprendre ainsi la confirmation complète de ce grand travail de notre illustre Confrère, M. Fizeau, travail qui a apporté l'un des plus beaux résultats de l'Optique moderne. »

M. **Fizeau** remercie son savant Confrère de la courtoisie avec laquelle il a bien voulu rappeler au souvenir de l'Académie un travail déjà ancien, relatif à l'éther lumineux dans ses rapports avec les corps en mouvement.

Ce travail renfermait des expériences sur le passage de la lumière à travers l'air et l'eau animés de grandes vitesses, et les résultats obtenus, singuliers en apparence, ainsi que les conséquences relatives à l'indépendance et à l'immobilité de l'éther dans les corps en mouvement, avaient laissé dans les esprits quelques doutes, que de nouvelles expériences pouvaient seules lever. C'est ce que viennent de faire, avec un plein succès, deux habiles physiciens américains : MM. A. Michelson et W. Morley, dont les nouvelles études sur ce sujet ont eu pour résultat de confirmer d'une manière complète la réalité des phénomènes en question et l'exactitude des mesures.

M. Fizeau ajoute que, de son côté, il n'a pas cessé de poursuivre ses précédentes études sur la nature et les propriétés de l'éther, et qu'il espère entretenir prochainement l'Académie de l'existence d'une variation particulière dans la force magnétique des aimants, variation qui paraît être en relation avec la direction du mouvement de la Terre dans l'espace et propre à apporter des données nouvelles sur l'immobilité de l'éther et ses rapports avec la matière pondérable.

M. **Bertrand** rappelle à cette occasion toute l'importance attachée par Senarmont à la belle expérience de M. Fizeau. Notre éminent et regretté Confrère, expliquant un jour le rôle réservé dans la Science à ces phénomènes entièrement nouveaux, traduisit son admiration par un dessin bien expressif. Un continent représentant la Science acquise, et dessiné à la manière des anciens géographes, était entouré d'une mer immense : *mare ignotum*, dans laquelle, à une grande distance de la côte, on apercevait une île isolée : *insula Fizeau*.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur un arc tangent au halo de 46°, observé le 30 mai 1886*; par M. A. Cornu.

« Depuis un mois ont apparu souvent des halos remarquables, spécialement le halo elliptique circonscrit au halo de 22° (28 avril, 3, 14, 21 mai). Mais le phénomène le plus curieux par sa rareté et son éclat est celui qu'on a pu voir hier, dimanche, vers 5^h de l'après-midi, sous forme d'un arc irisé extrêmement vif, concentrique au zénith, à la distance de 15° à 20° et visible sur une étendue circulaire de 60° à 80°. Le Soleil était à ce moment caché derrière des nuages épais, ce qui rendait le phénomène particulièrement apparent sur une région du ciel azurée et légèrement blanchâtre.

» Cet arc, dont le maximum d'éclat était dans le vertical solaire, présentait des couleurs très pures dans l'ordre de succession des couleurs de l'arc-en-ciel : le rouge sur la bordure convexe, le violet dans l'intérieur.

» Cette apparition se rapporte exactement à l'arc supérieur tangent au halo de 46° décrit par Bravais (*Journal de l'École Polytechnique*, XXXIe Cahier, p. 90); il est produit par la réfraction à travers le dièdre droit fourni par la base et les faces latérales des prismes de glace flottant dans l'atmosphère. L'absence du halo circulaire de 46° indique la parfaite verticalité des faces latérales du prisme. Il est fâcheux que les nuages aient caché les environs du Soleil : on aurait aperçu plusieurs autres phénomènes concomitants entrevus seulement à travers une trouée très étroite. La hauteur H du Soleil, 24°40′, calculée [1] d'après l'heure de l'observation (TM $= 5^h 5^m$), est comprise dans la limite de 32°11′,8 (*loc. cit.*, p. 97) où le phénomène est possible.

» D'après le Tableau VII (p. 263), la hauteur, calculée par interpolation, de l'arc correspondant à la hauteur du Soleil H = 24°40′, est égale à 70°40′; elle est très voisine de la hauteur estimée d'après la distance zénithale (15° à 20°).

(1) On calcule la valeur H par les formules

$$\tan\varphi = \tan L \sec Æ, \qquad \sin H = \sin L \cos(D - \varphi) \operatorname{cosec}\varphi,$$

dans lesquelles

$$Æ = 77°, \qquad L = 48°50' \text{ (latitude)},$$
$$D = 21°50' \qquad \text{(déclinaison du Soleil)}.$$

» Le phénomène, couvert un instant par quelques cumulus inférieurs, s'est effacé graduellement en révélant, avec une netteté croissante, la structure filamenteuse des cirrhus légers qu'il illuminait et qui ont disparu avec lui.

» Il me semble qu'on pourrait, en Météorologie, tirer de ce genre d'observations, poursuivies avec méthode, quelques indications précieuses sur l'état et les mouvements des régions supérieures de l'atmosphère : car la répartition de l'intensité lumineuse le long des courbes présentées par ces phénomènes est en rapport avec l'orientation des prismes de glace, et cette orientation est elle-même en rapport avec la grandeur et la direction du mouvement.

» On peut objecter que le sens d'accroissement des faces cristallines qui peut influer aussi sur l'intensité lumineuse est inconnu ; mais la forme des cristaux est liée aux apparences diverses que peuvent présenter les phénomènes lumineux, de sorte que l'observation de toutes les circonstances optiques permettrait souvent de lever l'indétermination.

» Ainsi, dans le phénomène décrit ci-dessus, l'apparition, entrevue seulement (?), des parhélies de 22°, aurait permis de conclure à un développement notable des arêtes verticales des prismes. L'existence d'aiguilles de glace parfaitement verticales correspond à un état particulier de calme des hautes régions de l'atmosphère, état qui est probablement *caractéristique* de mouvements ultérieurs.

» Si, au lieu des parhélies, l'arc tangent du halo de 22° eût été seul visible [1], la conclusion serait différente; elle eût encore varié, si d'autres phénomènes lumineux avaient pu être aperçus.

» Il est évident, d'après ces exemples, que le rapprochement de semblables données avec celles que fournissent les observations simultanées des basses régions permettrait aux météorologistes d'accroître la portée et la probabilité de leurs prévisions. »

THERMOCHIMIE. — *Sur les chaleurs de combustion et de formation des carbures d'hydrogène solides;* par MM. **Berthelot** et **Vieille**.

« Nous avons exposé, il y a deux ans, une nouvelle méthode pour mesurer la chaleur de combustion des composés organiques solides, fixés ou

---

[1] Notre Confrère M. Mascart a vu nettement un peu avant 5^h la partie supérieure du halo de 22° avec la région sombre située dans la concavité de l'arc.

peu volatils, composés qui échappent à l'emploi du procédé ordinaire : cette méthode consiste à les brûler à volume constant dans l'oxygène comprimé, employé en grand excès, au sein de notre bombe calorimétrique. Elle est plus exacte que la méthode ordinaire, par cette double raison que la combustion est totale et instantanée. Par suite, l'expérience ne comporte qu'une seule pesée, au lieu des treize ou quatorze pesées que comportent la détermination des produits directement brûlés et celle des produits échappés à la combustion calorimétrique ordinaire. Notre méthode n'exige pas la surveillance simultanée d'une grille à analyse organique, destinée à compléter la combustion de ces produits, et qui entraîne une grande fatigue pour les opérateurs. A la vérité, M. Thomsen a cru pouvoir supprimer cette combustion complémentaire, mais à tort : car la combustion faite sous pression ordinaire n'est presque jamais complète et laisse quelques millièmes, et parfois plus, d'oxyde de carbone et d'hydrogène plus ou moins carburé. Si on les néglige, en se bornant à peser l'acide carbonique produit, on évalue trop haut la chaleur de combustion. Enfin notre méthode, en raison de la très courte durée de l'expérience (deux ou trois minutes en tout), a pour principal avantage de supprimer entièrement, ou de rendre excessivement petite (un demi-centième, par exemple) la correction du refroidissement : correction considérable dans les expériences ordinaires qui durent un quart d'heure et plus. Notre méthode offre donc ce double avantage : de comporter un moindre nombre de mesures, et de faire disparaître à peu près les corrections. Enfin, elle s'applique de préférence aux corps peu volatils et solides, que l'on n'avait pas réussi jusqu'ici à brûler par l'ancien procédé, du moins au moyen de l'oxygène libre ; et elle échappe aux corrections compliquées que comporte l'emploi du chlorate de potasse.

» Nous avons exécuté un grand nombre de déterminations par notre méthode. Elle consiste à opérer dans l'oxygène comprimé à 24 atmosphères, au sein d'un calorimètre renfermant $1^{kg},800$ d'eau et avec un poids de matière capable de produire une élévation de température de 2 degrés environ. La matière est comprimée à la presse, sous forme de petites pastilles, et posée sur une feuille de platine emboutie ; au-dessus se trouve suspendue une spirale de fer pesant $0^{gr},018$. L'oxygène n'est pas séché préalablement, ce qui a pour résultat d'opérer dans un gaz saturé de vapeur d'eau et de rendre, par suite, sensiblement totale la condensation de l'eau formée : cela supprime encore une correction. On dispose la matière, on ferme la bombe, on comprime l'oxygène, on laisse l'appareil se mettre en équilibre de température dans le calorimètre. Cela fait, on rougit le fil de fer au

moyen d'un courant électrique; il prend feu et enflamme la matière. Celle-ci brûle instantanément, sans qu'il y ait ni noir de fumée, ni trace d'oxyde de carbone ou de gaz hydrocarbonés : nous nous en sommes assurés un grand nombre de fois. Les corps les plus divers : carbures d'hydrogène, sucres, amidon, laine, albumine, etc., brûlent ainsi complètement; le soufre même de l'albumine se retrouve sous forme d'acide sulfurique dans l'eau provenant à la fois du gaz comprimé et de la matière brûlée. Cette eau renferme aussi un peu d'acide azotique, provenant de l'air contenu originairement dans la bombe et que l'on n'a pas évacué; on le dose chaque fois par un essai alcalimétrique : la proportion a varié de 13 à 49 milligrammes. On en tient compte dans le calcul, quoique la correction résultante soit très petite. On tient compte aussi de la chaleur dégagée par la combustion de la spirale de fer, quantité petite aussi, mais non négligeable. On obtient ainsi, en définitive, la chaleur de combustion de la matière, par une opération aussi simple que prompte. C'est un devoir pour nous de remercier M. Chenel, chef d'épreuves au Dépôt central des Poudres et Salpêtres, qui nous a prêté dans ces expériences le concours le plus dévoué.

» Nous donnerons aujourd'hui les résultats obtenus avec les carbures pyrogénés les plus importants : naphtaline, acénaphtène, anthracène, phénanthrène, rétène, diphényle, dibenzyle, stilbène, auxquels nous avons joint le camphène cristallisé; tous ces carbures sont choisis à dessein, de façon à étudier certaines relations générales.

» I. *Naphtaline.* — Trois déterminations faites sur $0^{gr},503$ et $0^{gr},581$ de matière ont donné pour 1^{gr} de matière brûlée : $9^{Cal},6839$; $9^{Cal},7434$; $9^{Cal},7270$: soit en moyenne $9^{Cal},7181$; ce qui fait pour $C^{20}H^{8} = 128$:

$$+1243^{Cal},9 \text{ à volume constant}; +1245^{Cal},0 \text{ à pression constante.}$$

» On en déduit

$$C^{20}\text{(diamant)} + H^{8}\text{ gaz} = C^{20}H^{8}\text{ cristallisé, absorbe} \ldots\ldots\ldots -29^{Cal},0.$$

» La synthèse de la naphtaline, telle que l'un de nous l'a effectuée expérimentalement au moyen de la benzine et de l'acétylène

$$C^{12}H^{6}\text{(gaz)} + 2C^{4}H^{2} = C^{20}H^{8}\text{(solide)} + H^{2}\text{, dégage} \ldots \quad +105^{Cal},2.$$

» La synthèse de l'hydrure de naphtaline, $C^{20}H^{10}$, qui précède celle de la naphtaline, doit dégager environ 20^{Cal} de plus.

» Dans l'état gazeux de la naphtaline, qui répond à la réaction réelle, ces nombres devraient être diminués des chaleurs de fusion et de vaporisation : ce qui les réduirait à peu près à $+90^{Cal}$ (pour $C^{20}H^{8}$) et $+110^{Cal}$ (pour $C^{20}H^{10}$) respectivement. Ce dernier

chiffre répond à $+55^{Cal}$ par chaque C^4H^2 combiné. Or la polymérisation qui engendre la benzine dégage $+57^{Cal}$ par chaque C^4H^2 : c'est donc à peu près la même valeur. Tous ces résultats concordent.

» La chaleur de combustion de la naphtaline par l'oxygène pur n'avait jamais été mesurée jusqu'ici. Deux déterminations faites sous la direction de M. Stohmann, au moyen du chlorate de potasse, avaient donné : l'une, publiée en 1879 par M. Rechenberg, $+1258^{Cal}$; l'autre, en 1885, par M. Stohmann, $+1189^{Cal},8$. L'écart vient des corrections considérables et compliquées que comporte ce mode de combustion.

» II. *Anthracène*. — 2 déterminations. Pour 1^{gr} : $9^{Cal},6134$ et 9,5578; moy., 9,5856, ce qui fait pour $C^{28}H^{10} = 178^{gr}$:

$+1706^{Cal},2$ à volume constant; $+1707,6$ à pression constante.

C^{28}(diamant) $+ H^{10} = C^{28}H^{10}$ cristallisé, absorbe .... $-46^{Cal},6$

» La synthèse de l'anthracène, effectuée expérimentalement au moyen de la benzine et de l'acétylène,

$2C^{12}H^6$(gaz) $+ C^4H^2 = C^{28}H^{10}$(solide) $+ 2H^2$, dégage .... $+38^{Cal},5$

» Dans l'état gazeux de l'anthracène, qui répond à la réaction réelle, ce nombre deviendrait voisin de $+25^{Cal}$. La formation de l'hydrure $C^{28}H^{14}$ correspondant, polymère de C^4H^2, dégagerait environ 40^{Cal} de plus : en tout, $+65$ environ d'après les analogies; la chaleur dégagée demeurerait encore à peu près proportionnelle à l'acétylène condensé.

» La chaleur de combustion de l'anthracène par l'oxygène pur n'avait jamais été mesurée jusqu'ici. Deux déterminations faites sous la direction de M. Stohmann, au moyen du chlorate de potasse, avaient donné : l'une, en 1879, par M. Rechenberg, $+1776^{Cal}$; l'autre, en 1885, par M. Stohmann, $+1646^{Cal}$; la moyenne, $+1711$, ne s'écarte guère de notre propre mesure.

» III. *Phénanthrène*. — 4 déterminations. Pour 1^{gr} : 9,5488; 9,5378; 9,5609; 9,5313; moyenne, 9,5447, ce qui fait pour $C^{28}H^{10} = 178^{gr}$:

$+1699^{Cal},0$ à volume constant; $+1700,4$ à pression constante,

C^{28}(diamant) $+ H^{10} = C^{28}H^{10}$ cristallisé, absorbe .... $-39^{Cal},4$

» La synthèse du phénanthrène, dans les conditions pyrogénées et spécialement par la benzine et l'acétylène, s'accomplit en même temps que celle de l'anthracène. Elle dégage $+45^{Cal},7$; soit $+7^{Cal},2$ de plus que l'anthracène, chiffre à peine distinct des erreurs d'expérience.

» La chaleur de combustion de l'anthracène et celle du phénanthrène,

carbures isomères, sont sensiblement les mêmes, car elles diffèrent de moins d'un demi-centième, quantité à peine supérieure aux erreurs d'expérience. Ce grand rapprochement entre les chaleurs de combustion est un fait général pour les corps isomères de même fonction chimique, ainsi que l'a établi, il y a longtemps déjà, l'un de nous.

» IV. *Rétène.* — 4 déterminations. Pour 1^{gr} : 9,9150; 9,9216; 9,9355; 9,9298; moyenne 9^{Cal},9255, ce qui fait pour $C^{36}H^{18} = 234^{gr}$:

$+ 2323^{Cal}$,6 à volume constant; + 2326,1 à pression constante,

C^{36} (diamant) + H^{18} = $C^{36}H^{18}$ cristallisé, absorbe............. -13^{Cal},1

» Le rétène et l'anthracène diffèrent par $4C^2H^2$; la chaleur de combustion du premier surpasse celle du second de 154^{Cal},6 × 4 : on retrouve donc entre les termes homologues cette différence à peu près constante, signalée par l'un de nous en 1865 pour la première fois (*Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. VI) et reconnue depuis par tous les autres observateurs.

» V. *Diphényle.* — 3 déterminations sur un échantillon extrêmement pur, de préparation récente. Pour 1^{gr} : 9,7609; 9,7791; 9,8503; moyenne, 9,7968.

» 3 déterminations sur un échantillon préparé en 1867 et qui avait un peu jauni : 9,7268; 9,7236; 9,7197; moyenne, 9,7234. Ces deux moyennes ne s'écartent guère pratiquement. Elles montrent que l'état du diphényle ne change pas avec le temps. Nous adopterons la première, comme se rapportant à un produit plus pur. On en tire pour $C^{24}H^{10} = 154^{gr}$:

$+ 1508^{Cal}$,7 à volume constant; $+ 1510^{Cal}$,1 à pression constante,

C^{24} (diamant) + H^{10} = $C^{24}H^{10}$ cristallisé...................... -37^{Cal},1

» La formation pyrogénée du diphényle, effectuée au moyen de la benzine,

$2C^{12}H^6$ gaz = $C^{24}H^{10}$ crist. + H^2, absorbe.................... -13^{Cal},1

Tous corps gazeux, on aurait environ — 25^{Cal}.

» Les choses se passent donc ici comme dans la formation pyrogénée du diméthyle au moyen du formène, laquelle absorbe une quantité de chaleur voisine de la précédente. Une telle formation pyrogénée résulte d'un double phénomène : condensation moléculaire, qui dégage de la chaleur, et perte d'hydrogène, qui en absorbe. Le signe thermique du résultat dépend de la prépondérance relative entre les deux phénomènes.

» VI. *Acénaphtène.* — 4 déterminations. Pour 1^{gr} : 9,8512; 9,9101; 9,8628; 9,8510; moyenne, 9,8688. D'où, pour $C^{24}H^{10} = 154^{gr}$:

$+ 1519^{Cal}$,8 à volume constant; $+ 1521^{Cal}$,2 à pression constante,

C^{24} (diamant) + H^{10} = $C^{24}H^{10}$ cristallisé, absorbe.............. -48^{Cal},1

» La chaleur de combustion du diphényle et de l'acénaphtène, corps isomères, diffère peu. Cependant on remarquera que la chaleur de formation de l'acénaphtène, corps bien plus altérable que le diphényle, répond à une absorption de chaleur plus considérable.

» La synthèse de l'acénaphtène par la naphtaline et l'acétylène, effectuée expérimentalement par l'un de nous,

$$C^{20}H^8 \text{ (solide)} + C^4H^2 \text{ gaz} = C^{24}H^{10} \text{ (solide), dégage} \ldots\ldots \quad +22^{\text{Cal}}$$

Dans l'état gazeux, le chiffre doit être peu différent.

» VII. *Stilbène.* — 4 déterminations. Pour 1^{gr} : 9,8383; 9,8707; 9,8580; 9,8905; moyenne, 9,8644. Soit pour $C^{28}H^{12} = 180^{gr}$:

$$+1775^{\text{Cal}},6 \text{ à volume constant}; \quad +1777^{\text{Cal}},3 \text{ à pression constante.}$$

$$C^{28} \text{ (diamant)} + H^{12} = C^{28}H^{12} \text{ cristallisé, absorbe} \ldots\ldots\ldots \quad -47^{\text{Cal}},3.$$

» VIII. *Dibenzyle.* — 4 déterminations. Pour 1^{gr} : 10,0580; 10,0684; 10,0175; 10,0385; moyenne, 10,0456. Soit pour $C^{28}H^{14} = 182^{gr}$:

$$1828^{\text{Cal}},3 \text{ à volume constant}; \quad 1830^{\text{Cal}},2 \text{ à pression constante,}$$

$$C^{28} \text{ (diamant)} + H^{14} = C^{28}H^{14} \text{ cristallisé, absorbe} \ldots\ldots\ldots \quad -31^{\text{Cal}},2.$$

» La formation du dibenzyle avec le toluène gazeux doit absorber à peu près -18^{Cal}. Le stilbène et le dibenzyle sont deux carbures congénères, différant par H^2. La réaction $C^{28}H^{12} + H^2 = C^{28}H^{14}$ dégagerait $+16^{\text{Cal}},1$; valeur comparable à la chaleur dégagée dans la formation analogue des hydrures d'éthylène et de propylène :

$$C^4H^4 + H^2 = C^4H^6 : +21,1; \qquad C^6H^6 + H^2 = C^6H^8 : +22,8.$$

» Au contraire, la transformation du stilbène en anthracène

$$C^{28}H^{12} = C^{28}H^{10} + H^2$$

répondrait à un phénomène thermique à peu près nul; et s'il se produisait du phénanthrène isomère, on observerait même un dégagement de + 7,9. Ces relations répondent donc à une altération profonde dans la constitution des carbures.

» IX. *Phénol.* — 6 déterminations sur un corps cristallisé très beau, et rectifié de nouveau avec un soin tout spécial. Pour 1^{gr} : 7,8821; 7,8850; 7,7546; 7,7551; 7,9046; 7,8318; moyenne : 7,8356. Soit pour $C^{12}H^6O^2 = 94^{gr}$, solide :

$$+736^{\text{Cal}},5 \text{ à volume constant}; \quad +737^{\text{Cal}},1 \text{ à pression constante};$$
$$+739^{\text{Cal}},4 \text{ (liquide)};$$

d'où

$$C^{12} \text{ (diamant)} + H^6 + O^2 = C^{12}H^6O^2 \text{ cristallisé, dégage} \ldots\ldots \quad +33,9.$$

» Cette chaleur de combustion a déjà été l'objet de nombreuses déterminations. Favre et Silbermann avaient trouvé (liquide) $+737^{\text{Cal}}$; Rechenberg (par le chlorate de potasse) : + 743,0; Stohmann (par le chlorate

de potasse) : + 722,0, et depuis par l'oxygène, combustion ordinaire : + 725,3; Thomsen : +768,8 sous forme gazeuse, ce qui donnerait 758 environ pour le phénol solide. Ce nombre est évidemment trop fort de 3 centièmes environ. Il en est de même pour la plupart des déterminations faites par cet auteur avec son brûleur universel, qui introduit dans le calorimètre une source de chaleur étrangère, ainsi que M. Stohmann l'a déjà fait observer.

» Le nombre 737 peut être confirmé par une autre voie, comme l'ont déjà établi les mesures relatives à la chaleur de formation des picrates par MM. Sarrau et Vieille (1).

» X. *Camphène cristallisé, inactif.* — 3 déterminations. Pour 1^{gr} : 10,7743; 10,7713; 10,8128 ; moyenne, $10^{Cal},7861$. Soit, pour $C^{20}H^{16} = 136^{gr}$:

$1466^{Cal},9$ à volume constant; 1469,2 à pression constante,

C^{20} (diamant) + H^{16} = $C^{20}H^{16}$ cristallisé, dégage....... $+22^{Cal},8$.

» Cette chaleur de combustion diffère peu du chiffre de Favre et Silbermann pour le térébenthène : 1475^{Cal}. Elle répond à un dégagement de chaleur dans la formation du camphène par les éléments, de même qu'il arrive pour la plupart des carbures forméniques et éthyléniques à équivalent un peu élevé.

» C'est ici le lieu d'observer que la chaleur de formation par les éléments est, au contraire, négative pour les carbures polyacétyléniques : benzine, naphtaline, anthracène, phénanthrène, acénaphtène. Cette circonstance se rattache à la formation endothermique de leur générateur commun, l'acétylène; le caractère même de ces formations paraît dû à ce que l'acétylène et les carbures engendrés par synthèse directe sont produits par l'union de l'hydrogène avec le carbone gazeux : élément dont le carbone sous ses formes actuelles représente seulement les états polymérisés, c'est-à-dire produit avec perte d'énergie.

» Cette théorie, proposée en 1865 par M. Berthelot, paraît aujourd'hui généralement adoptée par les chimistes. »

CHIMIE AGRICOLE. — *L'ammoniaque dans les sols. Réponse à MM.* Berthelot *et* André; par M. Th. Schlœsing.

« Je vois avec satisfaction que MM. Berthelot et André professent, au début de leur Communication du 17 mai, le principe qui m'a guidé dans

(1) Berthelot, *Sur la force des matières explosives*, t. II, p. 19.

toutes mes recherches sur l'ammoniaque atmosphérique, d'après lequel les échanges d'ammoniaque entre l'air, les sols, les eaux douces ou marines ont lieu en vertu de différences de tensions de l'alcali dans les milieux en contact, et tendent à se poursuivre jusqu'à ce que les tensions soient égales de part et d'autre. L'état d'équilibre n'est d'ailleurs réalisé qu'accidentellement, à cause de l'incessante variation des circonstances naturelles qui règlent les tensions de l'ammoniaque.

» D'accord sur la théorie, nous différons dans son application au cas particulier des échanges entre l'air et le sol. Je pense que, en général, l'ammoniaque passe de l'air au sol, et j'ai justifié mes idées sur ce point dans des Mémoires déjà anciens. MM. Berthelot et André pensent que le sol tantôt cède de l'ammoniaque à l'air et tantôt leur en emprunte. Je trouve contre mon opinion, dans leur Communication du 17 mai, deux objections principales.

» La première consiste à infirmer la conclusion de mes expériences sur l'absorption de l'ammoniaque aérienne par des terres sèches ou humides.

» Dans ces expériences, les terres constamment sèches ont contenu, après six semaines d'exposition à l'air, 50^{mgr} et 82^{mgr} d'ammoniaque au kilogramme, au lieu de 16^{mgr} et $4^{mgr},4$ qu'elles avaient au début ([1]); et les terres constamment humides ont gagné, en quatorze et vingt-huit jours, 161^{mgr} et 255^{mgr} d'acide nitrique provenant d'ammoniaque empruntée à l'air. D'après MM. Berthelot et André, je n'ai pas fourni la démonstration que l'enrichissement observé dans mes terres sèches provenait de l'atmosphère; j'aurais dû doser l'acide nitrique et la matière organique azotée préexistants; j'aurais dû m'assurer que l'ammoniaque graduellement accumulée dans mes terres ne provenait pas des matières azotées initiales modifiées par les ferments et les microbes qui les accompagnent dans le sol. Quant aux terres humides, je n'ai pas établi non plus que les azotates formés dans ces terres dérivassent de l'atmosphère, plutôt que de ces mêmes matières azotées modifiées par le ferment nitrique.

» Voici mes réponses :

» Quand les terres sont sèches, les ferments et les microbes ne travaillent plus; les nitrates et matières azotées ne se décomposent point et ne donnent pas d'ammoniaque. Mais, même à supposer que l'ammoniaque ac-

---

([1]) Je rapporte mes nombres au kilogramme de terre, pour continuer les comparaisons faites par MM. Berthelot et André. Mais, en fait d'absorption d'ammoniaque au contact de l'air, il convient de considérer les surfaces et non les poids des terres.

cumulée dans mes terres ne provînt pas de l'air, mais bien des matières azotées, elle ne s'en est pas moins accumulée et les terres l'ont gardée : la tension ammoniacale était donc dans ces terres inférieure à la tension dans l'air; donc les échanges entre les terres et l'air ne pouvaient que déterminer une absorption par les terres de l'alcali atmosphérique.

» Quand les terres sont humides, on ne peut plus constater un enrichissement en ammoniaque, puisque cet alcali s'y transforme incessamment en acide nitrique : on peut du moins constater un enrichissement en nitrates. Mais alors il est essentiel de tenir compte de la nitrification spontanée de la matière azotée, source distincte de nitrates dont il ne faut pas attribuer le produit à l'atmosphère. C'est pourquoi j'ai procédé par comparaison; j'ai placé deux lots de chaque terre dans des conditions aussi égales qu'il était possible, à cela près que l'un était préservé du libre renouvellement de l'air, l'autre y demeurant exposé.

» A la fin des expériences, il y avait, dans le premier lot, les nitrates préexistants et les nitrates dus à la nitrification spontanée; dans le deuxième lot, outre ces mêmes nitrates, se trouvaient ceux qui avaient pour origine l'ammoniaque atmosphérique absorbée et transformée.

» Donc, en retranchant l'acide nitrique total du premier lot de l'acide total du second, j'avais une différence représentant la part de l'atmosphère dans l'enrichissement de la terre. J'ai obtenu ainsi de tels écarts entre les quantités d'acide des deux lots, que l'apport de l'atmosphère a été, sinon absolument mesuré, au moins vraiment incontestable, et tous les détails dont MM. Berthelot et André regrettent l'absence, détails sur la formation des échantillons des terres, leur transport au laboratoire, les manipulations préalables subies par eux, n'auraient rien ajouté à l'évidence des résultats.

» La seconde objection de MM. Berthelot et André consiste à montrer que mes terres sèches, arrivées au taux de 50^{mgr} et 82^{mgr} d'ammoniaque après une longue exposition à l'air, ne sont en définitive ni plus ni moins riches que les terres étudiées par eux en leur état naturel, et qui ont donné 78^{mgr} et 118^{mgr}. Je reconnais sans peine que, si les taux de 78^{mgr}, et 118^{mgr} étaient habituels, MM. Berthelot et André seraient fondés à dire que la terre peut tantôt céder de l'ammoniaque à l'air, tantôt lui en emprunter; mais, disais-je dans ma Note du 3 mai, en parlant des deux terres en question, ce sont des terres exceptionnellement riches en ammoniaque. Aujourd'hui, j'irai plus loin en disant que les nombres 78^{mgr} et 118^{mgr} sont probablement très exagérés : ils ont été obtenus par un procédé indiqué par MM. Berthelot et André, au début de leur Note

du 27 avril, consistant à recueillir dans un acide titré l'ammoniaque dégagée par la terre, à froid, en vase clos, en présence d'une dissolution concentrée de soude. Or, dans ses études sur le chaulage, M. Boussingault a montré que l'hydrate de chaux mêlé à la terre végétale forme rapidement de l'ammoniaque. La soude, bien autrement soluble que la chaux et donnant des dissolutions bien plus actives par la quantité d'alcali dissous, ne produirait-elle pas un effet au moins égal?

» C'est ce que j'ai voulu savoir, en soumettant des terres de Boulogne et de Neauphle, *tout fraîchement rapportées des champs*, aux épreuves suivantes :

» 1° Dosage de l'ammoniaque, dans 100gr de chaque terre, par le procédé classique de M. Boussingault, fondé sur l'extraction de l'ammoniaque par l'ébullition à 100°;

» 2° Dosage de l'ammoniaque, dans 100gr de chaque terre, par le procédé de M. Boussingault, modifié en vue d'éliminer les très petites quantités d'ammoniaque qui peuvent prendre naissance au cours de la distillation (les modifications que j'ai conseillées sont décrites dans mon Ouvrage sur l'atmosphère et le sol, formant le tome X de l'*Encyclopédie chimique* de M. Fremy);

» 3° Dosage de l'ammoniaque dans 100gr de chaque terre, en recueillant dans un acide titré, à froid, en vase clos, l'alcali dégagé en quarante-huit heures par de l'hydrate de chaux (3gr de chaux qui vient d'être portée à la chaleur rouge, et 30gr d'eau); c'est la méthode que j'ai décrite il y a bien des années; mais je me suis bien gardé de l'appliquer à la terre végétale;

» 4° Dosage d'ammoniaque dans 100gr de chaque terre, comme ci-dessus, mais en remplaçant le lait de chaux par une dissolution de soude caustique privée d'ammoniaque par ébullition.

» J'ai trouvé les résultats suivants :

Ammoniaque.

	Dans 100gr de terre de		Dans 1kg de terre de	
	Boulogne.	Neauphle.	Boulogne.	Neauphle.
	mgr	mgr	mgr	mgr
1. Procédé Boussingault	0,92	»	9,2	»
Procédé Boussingault modifié	0,85	0,42	8,5	4,2
2. Lait de chaux	2,16	2,20	21,6	22,0
3. Soude caustique	12,94	10,10	129,4	101,0

» Ainsi, le procédé *à la soude* m'a fourni 14 et 24 fois plus d'ammoniaque qu'il n'en existe de toute formée dans ces deux terres.

» Je désire bien que MM. Berthelot et André répètent ces épreuves sur les terres qu'ils ont étudiées; il est à présumer que les proportions de 78^{mgr} et 118^{mgr} d'ammoniaque trouvées par eux descendraient à celles qui se rencontrent d'ordinaire dans les sols, quand on n'y dose que l'ammoniaque toute formée. Dès lors, les taux de 50^{mgr} et 82^{mgr} observés dans mes terres sèches exposées à l'air reprendraient l'importance et la signification que je leur ai attribuées.

» Quoique cette Note soit déjà trop développée, je désire dire encore pourquoi M. Grandeau et moi conseillons de dessécher les terres avant leur envoi dans un laboratoire d'analyse. Nous savons fort bien, et, sous ce rapport MM. Berthelot et André ne nous ont rien appris, que le taux d'ammoniaque dans une terre peut se modifier pendant la dessiccation. Comment, en effet, un *état ammoniacal* essentiellement variable au cours des relations naturelles entre l'air et la terre des champs deviendrait-il tout à coup constant, parce que la terre serait mise à sécher? Mais nous sacrifions le dosage de l'ammoniaque. Nous considérons qu'il ne présente d'intérêt réel que dans certaines études spéciales, commes celles de MM. Berthelot et André, ou comme les miennes. Quand un agriculteur demande l'analyse de sa terre, il veut connaître sa constitution physique et son approvisionnement en principes fertilisants, notamment en azote dit *organique*. La dessiccation préalable et rapide suspend le travail des microbes et a pour but de maintenir la terre, à l'égard des nitrates et surtout de la matière azotée, dans l'état où elle se trouvait au moment du prélèvement de l'échantillon. »

GÉOLOGIE. — *Note accompagnant le Rapport de M.* Silvestri, *sur l'éruption de l'Etna, des* 18 *et* 19 *mai* 1886; par M. **Daubrée**.

« M. le Professeur Silvestri signale, dans un Rapport adressé au Gouvernement italien et dont il fait hommage à l'Académie, les caractères qu'a présentés l'éruption de l'Etna des 18 et 19 mai dernier. Bien que ne comprenant que les six premiers jours de ce phénomène, cet exposé renferme des faits fort intéressants dont je donnerai le sommaire.

» A la suite de l'éruption du 22 mars 1883, l'Etna a présenté, pendant les années 1884-1885, une série de phénomènes, séismiques et éruptifs, qui attestaient que le volcan n'était pas rentré dans le calme.

» Le 18 mai dernier, à 11^h du matin, le cratère central manifesta une activité extraordinaire, par une grande abondance de vapeurs apportant dans l'atmosphère des scories, des sables et des cendres.

» En même temps, tous les instruments séismiques et microséismiques de l'observatoire de Géodynamique et de Physique terrestre de l'Université de Catane entraient dans une grande agitation. Il en était de même dans tous les autres observatoires établis sur les flancs de l'Etna, à Paterno, Biancarella, Belpasso, Aderno, Bronte, Giarre, Riposto, Acireale, ainsi qu'à Zafferana. Quoique faibles, ces secousses, de même que celles qui avaient précédé l'éruption de 1883, servaient de prélude à ce qui allait se produire.

» Dans la nuit du 18 au 19 mai, à minuit et demi, après que des bruits souterrains venaient de causer de nouvelles appréhensions, commença, sur le versant méridional, une série d'explosions. Une grande quantité de vapeurs, mélangées de cendres et de lapilli, projetait dans l'air une mitraille incandescente jusqu'à plus de 500^m. Sur l'orifice principal se produisait une colline qui s'accroissait à vue d'œil, et qui, au bout de trois jours, s'élevait déjà à 100^m environ au-dessus de la base.

» La même bouche donna issue, en abondance, à une lave qui s'épancha comme un fleuve incandescent. Après six jours, cette coulée avait parcouru déjà 4 kilomètres, et continuait à progresser, affectant des contours irréguliers et des ramifications en rapport avec le relief du sol.

» Pendant les vingt-quatre heures qui se sont écoulées depuis le 19 mai à minuit et demi, c'est-à-dire depuis le commencement de l'éruption, il s'est produit 72 secousses, accompagnées de mouvements microséismiques ou *tremitos*. Dans les vingt-quatre heures suivantes, les secousses ont été au nombre de 15, et le troisième jour, de 13.

» En août 1874, l'Etna s'est fendu, de la cime jusqu'à la base, suivant la direction nord-nord-est à sud-sud-ouest. A la suite de l'éruption formidable à laquelle cette grande fracture donna issue, M. Silvestri avait annoncé qu'une autre éruption aurait lieu sur le flanc méridional de la montagne, dans la partie où la cassure n'était pas refermée. C'est ce qui se réalisa quatre ans et neuf mois plus tard, le 26 mai 1879.

» Le 22 mai 1883, après des secousses qui durèrent deux jours, de la même fente sortait une nouvelle coulée.

» C'est encore par cette même crevasse que vient de sortir la coulée de lave des 18 et 19 mai 1886, à 1000^m au-dessus des cratères de 1883, et à une altitude de 1400^m environ. Elle s'est fait jour dans la même région que

la célèbre coulée de 1669, remarquable par l'énorme fleuve de lave qu'elle a vomi jusqu'aux murs de Catane et à la mer, à 15 kilomètres de son origine. Heureusement, au lieu de se répandre, comme celle-ci, aux environs immédiats de la ville de Nicolosi, peuplée aujourd'hui de 3000 habitants, elle est sortie à 7 kilomètres à l'amont de cette ville.

» M. Silvestri fait aussi hommage à l'Académie d'un Ouvrage sur les explosions de l'Etna du 22 mars 1883. Cette étude, qui sert à mieux faire comprendre la filiation des événements actuels, expose d'abord les caractères d'activité du volcan depuis 1880 jusqu'à février 1883, qui en ont été comme des précurseurs; puis les phénomènes géodynamiques et éruptifs de cette crise. De belles figures héliotypiques et des gravures permettent de suivre dans leurs détails les faits précieux qu'a enregistrés ce savant explorateur sur l'important volcan. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *De l'influence de la magnésie dans les ciments dits de Portland.* Note de M. **G. Lechartier**, présentée par M. Hervé Mangon.

« La pratique a depuis longtemps révélé l'influence mauvaise de la présence de la magnésie dans les ciments, et Rivot l'a expliquée par l'hydratation de silicate et d'aluminate de magnésie s'effectuant postérieurement à la prise des mortiers. L'étude que nous avons poursuivie, pendant une période de huit années, des altérations subies par un grand nombre d'ouvrages en ciment, nous permet aujourd'hui de définir plus complètement le rôle qu'elle y joue.

» Les ouvrages que nous avons examinés consistaient en enduits de réservoirs et de bassins, en dallages, en revêtements de murs et en massifs de maçonnerie. Les uns étaient exposés à l'air, soit à l'intérieur de bâtiments, soit à l'extérieur; les autres étaient placés sous l'eau. Ils ont été construits dans plusieurs villes par des spécialistes différents, tantôt sous la surveillance de divers architectes, tantôt sous la direction d'ingénieurs des Ponts et Chaussées. Les ciments ne contenaient pas de sulfate de chaux en proportion nuisible et ils avaient une forte densité indiquant une bonne cuisson. Avant leur emploi, au moins dans certains cas bien constatés, ils avaient été exposés à l'air pendant un temps suffisamment long. Les sables employés à la confection des mortiers étaient de bonne qualité. *Dans tous les cas les effets constatés ont été les mêmes*, et il résulte de cette multiplicité

de faits observés qu'on ne saurait les attribuer au mauvais emploi des ciments.

» Le ciment a fait avec l'eau une prise régulière et les mortiers ont d'abord acquis une très grande dureté; puis, après une période qui a souvent dépassé une et même plusieurs années, ils ont tous été le siège du même travail lent et progressif qui a continué jusqu'à la complète destruction des ouvrages.

» Les dallages et enduits se sont gercés tout en conservant une grande dureté. Les fendillements sont allés s'accroissant avec le temps, augmentant le volume de la masse du mortier qui conservait une dureté suffisante pour former un tout solide, capable de résister à une pression ou à une traction considérable. On a constaté dans une plaque de dallage une augmentation de volume se traduisant par un allongement de $0^m,04$ sur une longueur de 1^m. Lorsqu'un dallage subissait ce mouvement d'expansion, il pressait fortement les obstacles contre lesquels il s'appuyait sur son pourtour : tantôt dans une salle ou dans un corridor, il en écartait les murs qui se fissuraient dans leur hauteur; tantôt il chassait de leur aplomb les pierres qui se trouvaient à son niveau, quoique ces pierres, d'un poids considérable et fortement maçonnées, eussent à supporter la charge de murs très élevés. Les pressions produites par l'augmentation de volume des ciments étaient suffisantes pour faire éclater des pierres en granit de fortes dimensions, pour produire des mouvements considérables et des dislocations de toute nature dans des maçonneries.

» Les échantillons de mortier prélevés dans une vingtaine de ces ouvrages ont tous présenté à l'analyse des caractères identiques.

» Dans le plus grand nombre d'entre eux, le ciment qui avait servi à les fabriquer s'est présenté avec la composition suivante :

Silice	17,42	27,24
Alumine et oxyde de fer....	9,82	
Chaux	43,56	72,74
Magnésie..................	29,18	

» Dans les autres mortiers, la somme de la silice, de l'alumine et de l'oxyde de fer a varié de 22,17 à 30,38 pour 100. La somme des poids de chaux et de magnésie est restée comprise entre 77,8 et 70,0, la proportion de magnésie variant de 21,20 à 34,72. Dans un cas, elle est descendue à 12 pour 100.

» Les ciments de Portland ont un indice d'hydraulicité voisin de 0,50 et ne contiennent ordinairement que de minimes proportions de magnésie.

Dans le cas actuel, le poids de la magnésie atteint 29 pour 100 et le rapport $\frac{27,24}{72,74}$ ne dépasse pas 0,374. De plus, 20 de magnésie remplissant dans les combinaisons chimiques le même rôle que 28 de chaux, le rapport des éléments de l'argile au poids des bases exprimées en chaux descend à 0,322. Un semblable ciment représente réellement un mélange de 81,72 de ciment de Portland de composition normale avec 30 de chaux ou son équivalent de magnésie.

» Dans tous les échantillons analysés, l'indice d'hydraulicité est resté faible, variant de 0,24 à 0,37.

» Dans la cuisson des ciments de Portland ordinaires, de la chaux reste libre à côté des combinaisons qu'elle contracte avec la silice, l'alumine et l'oxyde de fer. Dans les ciments fabriqués avec des marnes dolomitiques, il en est de même pour la magnésie, et la quantité qui reste non combinée est d'autant plus forte que la proportion de cette base est plus élevée et que l'indice d'hydraulicité est plus faible.

» Henri Sainte-Claire Deville a montré que la magnésie pure, sans l'intervention de la silice et de l'alumine, peut, en se combinant avec l'eau, former un hydrate possédant une grande consistance et une dureté remarquable. Cette hydratation de la magnésie est accompagnée d'une augmentation de volume. La magnésie provenant de la calcination à 400° de son carbonate fait prise avec l'eau au bout d'un temps relativement court. Lorsque cette calcination a été effectuée à haute température, la magnésie reste d'abord inerte en présence de l'eau et ne s'hydrate qu'au bout d'un temps plus ou moins long.

» On trouve dans ces faits l'explication des altérations qui se sont produites dans les mortiers que nous avons examinés. Les ciments employés étaient réellement des mélanges de ciment de Portland avec un corps, la magnésie, qui s'est comporté d'abord comme une substance inerte. Peu à peu, cette magnésie s'est hydratée, longtemps après la prise des ciments, en même temps qu'elle augmentait de volume, produisant l'expansion des mortiers et la destruction d'ouvrages dont la solidité paraissait acquise.

» A l'appui de ces explications, nous ajouterons les deux faits suivants :

» 1° L'observation a montré que l'altération des mortiers s'est produite d'autant plus rapidement que l'eau a pu agir d'une manière plus directe sur eux et pénétrer plus facilement dans leur masse. Tandis que des bassins de fontaine, des enduits de réservoirs et des cuves de buanderie se détruisaient relativement peu de temps après leur construction, des dal-

lages de salles closes mettaient plusieurs années pour accomplir leur mouvement de dislocation.

» 2° La quantité d'eau combinée aux matériaux du ciment croissait au fur et à mesure de la désagrégation des mortiers. Une plaque de quelques centimètres d'épaisseur a été fabriquée avec un ciment de composition identique à celle que nous avons donnée précédemment et a été abandonnée pendant un an dans une salle du laboratoire. Le ciment présentait alors une grande dureté. A l'aide du ciseau et du marteau, on a enlevé successivement plusieurs couches de 1^{mm} à 2^{mm} d'épaisseur et l'on a trouvé que 100 parties de ciment supposé sec et pur avaient absorbé les proportions suivantes d'eau et d'acide carbonique :

	Couches				
	superficielle.	1.	2.	3.	Centre.
Eau	3,86	4,77	4,83	6,46	7,48
Acide carbonique	12,88	13,93	13,07	4,27	2,29

» Dans les mortiers altérés, la proportion d'eau combinée était notablement plus élevée, quoique variable d'un échantillon à l'autre :

	Enduits	
	commençant à se dilater.	fissurés et désagrégés.
Eau	8,13	12,25 à 19,11
Acide carbonique	12,03	23,84 à 11,71

» Dans la moitié des échantillons la proportion de l'acide carbonique est restée comprise entre 11,71 et 14 pour 100, c'est-à-dire qu'elle n'a pas dépassé celle que nous trouvons dans le mortier encore intact. Elle s'est élevée à 19 et 20 pour 100 dans un certain nombre de mortiers complètement fissurés et dont toutes les parties étaient restées exposées à l'action de l'acide carbonique de l'air. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Physique, en remplacement de feu M. *Lallemand*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 46,

M. Crova obtient.	41	suffrages.
M. Alluard »	2	»
M. Amagat »	2	»
M. Bichat »	1	»

M. **Crova**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Bué** soumet au jugement de l'Académie, par l'entremise de M. Chevreul, un Mémoire portant pour titre : « Expériences sur le pendule dit explorateur. »

(Commissaires : MM. Chevreul, Becquerel, Mascart.)

M. **Alph. Renaud** adresse une Note relative aux différences de niveau qui pourraient exister entre l'océan Atlantique et l'océan Pacifique.

(Renvoi à la Commission nommée dans la précédente séance.)

M. **A. Mornard** rappelle qu'il a adressé à l'Académie, le 30 mars et le 31 octobre 1875, des Lettres relatives à des moyens de détruire le Phylloxera et autres insectes nuisibles.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

L'Académie a reçu, pour les Concours dont le terme expire le 1er juin, outre les Ouvrages mentionnés au *Bulletin bibliographique*, les Mémoires manuscrits dont les titres suivent :

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

(Étudier les surfaces qui admettent tous les plans de symétrie de l'un des polyèdres réguliers.)

Anonyme. — Mémoire portant pour épigraphe : *Cette géométrie idéale qui est une des conditions du beau*, etc.

Anonyme. — Mémoire portant pour épigraphe : *Non multa, sed multum.*

Anonyme. — Mémoire portant pour épigraphe : *La clarté est l'éloquence des Sciences.*

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

(Perfectionner en quelque point important la théorie de l'application de l'électricité à la transmission du travail.)

Anonyme. — Mémoire portant pour épigraphe : *Le premier était de ne recevoir jamais aucune chose pour vraie*, etc.

CONCOURS BORDIN.

M. **R. Radau.** — « Essai sur la théorie des réfractions astronomiques. » Mémoire manuscrit accompagné de deux brochures imprimées.

CONCOURS MONTYON (MÉCANIQUE).

M. **Fromentin.** — « Télomètre. »

CONCOURS MONTYON (MÉDECINE ET CHIRURGIE).

M. **Bedoin.** — « Nouveau pansement antiseptique. »

M. **J. Bonjean.** — « Travaux sur l'ergot du seigle et l'ergotine. »

MM. **Cadéac** et **Malet.** — « Recherches expérimentales sur la morve. »

CONCOURS MONTYON (STATISTIQUE).

M. L. **Baysson**. — « De l'émigration dans la Creuse. »

M. V. **Turquan**. — « Étude des variations de la population en France. »

CONCOURS MONTYON (ARTS INSALUBRES).

M. **Jacquemart**. — « Les grands poisons professionnels. »

M. E. **Serrant**. — « Alimentation du soldat en campagne. »

CONCOURS MONTAGNE.

M. A. **Billet**. — « Contributions à la morphologie et à l'évolution des Bactériacées. »

CONCOURS BARBIER.

M. **Eug. Collin**. — « Anatomie comparée des drogues simples. » — « Anatomie comparée des feuilles officinales. »

CONCOURS VAILLANT.

M. F. **de Montessus**. — « Tremblements de terre et éruptions volcaniques au Centre-Amérique, depuis la conquête espagnole jusqu'à nos jours. »

CONCOURS LA FONS MÉLICOCQ.

Anonyme. — Géographie botanique du nord de la France; Mémoire portant pour épigraphe : *L'étude d'une flore n'est complète que si l'on décrit la distribution des plantes*.

CORRESPONDANCE.

M. A. **Terquem**, élu Correspondant pour la Section de Physique, adresse ses remerciements à l'Académie.

M. **Jaccoud** et M. G. **Sée** prient l'Académie de les comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante, dans la Section de Médecine et de Chirurgie, par M. *Vulpian*, nommé Secrétaire perpétuel.

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° La 5e Partie du « Traité de Mécanique » de M. *Ed. Collignon :* Questions diverses, Compléments.

2° Deux Brochures de M. *Ch. Vélain* portant pour titres : Notes géologiques sur la Sibérie orientale et Étude microscopique de quelques verres artificiels. (Présentées par M. Hébert.)

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle comète Brooks (III), faites à l'observatoire de Nice (équatorial de Gautier)*; par M. **Charlois.**

Dates. 1886.	Étoiles de comparaison.	Grandeurs.	Comète — Étoile. Ascension droite.	Déclinaison.	Nombre de comp.
			m s	′ ″	
Mai 25......	*a* Bonn + 7°, 2497.	8,8	+ 2. 0,85	+ 0. 5,8	4
26......	*b* Glasgow cat., 3078.	5	+ 0.27,51	− 5.21,7	4

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1886.	Étoiles de comp.	Ascension droite moy. 1886,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1886,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Mai 25....	*a*	11.51.53,24	+1,25	+7.49.17,8	−6,6	B.B., t. VI.
26....	*b*	11.55. 1,84	+1,27	+7.15. 1,0	−6,7	Glasgow cat.

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1886.	Temps moyen de Nice.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact parall.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Mai 25....	11. 9.13	11.53.55,34	$\bar{1}$,537	+7.49.17,0	0,745
26....	12.44. 7	11.55.30,62	$\bar{1}$,626	+7. 9.32,6	0,772

PHYSIQUE. — *Sur le calcul théorique de la composition des vapeurs, de leurs coefficients de dilatation et de leurs chaleurs de vaporisation.* Note de M. M. Langlois, présentée par M. Cornu.

« Les formules qui donnent dans ma théorie les chaleurs spécifiques des gaz ou vapeurs sont les suivantes :

Molécules à 1^{at} .... $C = \frac{2}{3}\frac{V\pi P g}{9}\alpha = \frac{2}{3}A\alpha$,

à 2 .... $C = A\alpha$,

à 3 .... $C = \frac{4}{3}A\alpha$,

à 4 .... $C = \frac{5}{3}A\alpha$,

α étant le coefficient de dilatation de la vapeur, V le volume occupé par 1^{kg} de cette vapeur sous la pression P.

» A la suite des calculs que j'ai été amené à faire pour déterminer la composition moléculaire des vapeurs complexes de liquides organiques, j'ai admis l'existence des radicaux (CH) et (CH^2) fonctionnant comme le feraient des atomes. Je les désignerai ici (CH) par A, base de l'acétylène et (CH^2) par M, base du méthane.

» Ces radicaux jouant le rôle d'atomes peuvent former avec d'autres radicaux semblables ou avec des atomes proprement dits des molécules secondaires dans la molécule totale, ces molécules secondaires se comportant au point de vue mécanique comme si elles occupaient seules chacune le volume de la molécule totale. Quant au centre de figure de ces molécules secondaires, il peut se comporter aussi comme un atome de masse égale, c'est-à-dire être animé d'un mouvement de translation.

» J'ai été amené également à admettre à l'intérieur de la molécule totale des molécules secondaires indépendantes à un ou plusieurs atomes en tenant lieu.

» C'est à l'aide de la notation atomique et des principes qui servent de base aux formules dites *rationnelles* que je suis arrivé à retrouver les résultats consignés dans ce travail.

» Pour éviter ici les figures qui donnent le groupement d'après ma théorie, je représenterai des atomes ou radicaux qui se trouvent à la surface de la molécule totale sur la première ligne de la formule, ceux de l'intérieur sur la seconde ligne.

Nature de la vapeur.	Formule atomique.	Groupement moléculaire.	Chaleur spécifique.	Coefficient de dilatation.
Gaz des marais......	CH^4	H - M - H	0,592	0,003827
Éthylène..........	C^2H^4	H - A - H - A	0,404	0,00366
Alcool méthylique...	CH^3, OH	{ M.H } { O.H }	0,458	0,00394
Alcool éthylique	CH^3, CH^2, OH	{ (M.H) - M } { O.H }	0,453	0,00382
Chlorure d'éthyle...	CH^3, CH^2, Cl	{ (M.H) - M } { Cl }	0,274	0,00361 (?)
Oxyde d'éthyle.. ...	$(CH^3, CH^2)^2O$	{ (M.H) - M } { O - [(MH) - M] }	0,479	0,00382
Chloroforme........	$CHCl^3$	{ (A - Cl) - Cl } { Cl }	0,1567	0,00377
Benzine...........	$C^6H^6 = 3(CH, CH)$	(A - A) - (A.A) - (A - A)	0,375	0,00366

Vapeur.	Formule atomique.	Groupement moléculaire.	Chaleur spécifique.	Coefficient de dilatation.
Acétone..................	CO, CH^3, CH^3	{ (CO)-(M-H) } { M-H }	0,412	0,00429
Éther acétique............	$COCH^3$, $O(C^2H^5)$	{ (M-H)-(CO) } { O-[(M-H)-M] }	0,400	0,00379
Sulfure de carbone........	CS^2	{ C-S } { S }	0,1569	0,00383
Protochlorure de phosphore.	PCl^3	{ P-Cl } { Cl-Cl }	0,134	0,00480 (1)
Chlorure de silicium.......	$SiCl^4$	[Si-Cl]-Cl-Cl-Cl	0,132	0,00449 (2)

» Les coefficients de dilatation sont les coefficients moyens pour les expériences de M. Regnault. Ceux des chlorures de phosphore et de silicium sont connus. Ce sont justement les nombres théoriques.

» *Chaleurs latentes de vaporisation.* — Je détermine celles qui sont déjà connues expérimentalement. Je me base sur le principe suivant :

» Au moment où commence le changement d'état, *les choses se passent comme si le centre exerçait sur la surface une attraction constante à l'unité de distance et variant en raison inverse de la distance.*

» Les atomes ou radicaux qui sont à la surface de la molécule passent de la vitesse v à la vitesse V. Soit M leur masse : il s'ensuit une oscillation de

---

(1) MM. Hautefeuille et Troost.

(2) Id.

force vive $\frac{M}{2}\frac{\pi^2}{4(V^2-v^2)}$ du genre de celle que j'ai signalée à propos des chaleurs spécifiques au Congrès de Blois.

» Cette oscillation du centre moléculaire donne lieu à un dégagement de chaleur.

» Il y en a un autre qui provient de la déformation sous pression constante, indépendamment de l'attraction intérieure.

» Pour les diverses catégories de molécules, j'obtiens les formules suivantes :

$$(a)\qquad Q=\frac{1}{E}\frac{V\pi Pg}{9}\left(0,595+0,405\,L\frac{V}{1,0607v}\right),$$

$$(b)\qquad Q=\frac{1}{E}\frac{V\pi Pg}{9}\left(0,928+0,405\,L\frac{V}{1,0607v}\right),$$

$$(c)\qquad Q=\frac{1}{E}\frac{V\pi Pg}{9}\left(1\qquad+0,405\,L\frac{V}{1,0607}\right).$$

» Les résultats qui suivent sont ceux que j'ai obtenus : on les trouvera comparés à ceux d'expériences avec l'indication des formules qui permettent de les obtenir et qui diffèrent évidemment avec la composition moléculaire.

	Vapeurs.	Théorie.	Trouvé par M. Regnault.
(*c*)	Chloroforme	66,47	67 à 0°
(*a*)	Sulfure de carbone	89,35	90
(*c*)	Éther	93,73	94
(*c*)	Acétone	137,8	140
(*c*)	Chlorure de carbone	53	52
(*b*)	Benzine	109	109
(*b*)	Eau	604,43	606,5

» La théorie complète, trop longue à développer ici, sera donnée au Congrès de l'Association française à Nancy. »

PHYSIQUE. — *Sur la diffusion de la chaleur et l'isomorphisme physique.* Note de M. L. Godard, présentée par M. Mascart.

« Dans une Note antérieure ([1]), j'ai montré que l'on était conduit à considérer dans l'étude de la diffusion de la chaleur une épaisseur limite, variable avec la source de chaleur et augmentant avec la longueur d'onde.

([1]) *Comptes rendus*, t. CI, p. 1260, 14 décembre 1885.

On a constaté aussi que les substances étudiées conservaient leur diathermanéité après pulvérisation.

» Le sel gemme pur présente une particularité remarquable, il est athermochroïque (Melloni); il en est de même de la sylvine [chlorure de potassium naturel (Magnus)]. Pour vérifier cette particularité, on a déterminé pour différentes sources de chaleur l'épaisseur limite du sel gemme finement pulvérisé; elle s'est trouvée indépendante de la température de la source. On a obtenu le même résultat avec du sel de cuisine, du sel fondu, du sel marin ou sel fin, ainsi qu'avec du chlorure de sodium, obtenu en cristaux extrêmement petits, en battant constamment avec des baguettes de verre une dissolution concentrée de ce sel, que l'on faisait cristalliser par refroidissement.

» A défaut de sylvine pure, j'ai expérimenté sur du chlorure de potassium. En employant comme sources de chaleur le Soleil et la lampe Bourbouze-Wiesnegg, avec ou sans interposition d'une cuve de chloroforme iodé et d'un verre vert ([1]), on a trouvé que l'angle limite γ était encore indépendant de la température de la source.

» On a eu l'idée d'opérer sur du salmiac (chlorhydrate d'ammoniaque naturel), ainsi que sur ce sel obtenu par voie chimique, sur les bromures et iodures de potassium et de sodium. On a étudié auparavant l'influence de l'absorption de la vapeur d'eau contenue dans l'air de la salle; et pour atténuer cette cause d'erreur, on a employé une méthode de déterminations successives, faites à des intervalles de temps égaux, tout en prenant la précaution de porter la température de la salle à environ 25°. L'épaisseur limite a été encore indépendante de la température de la source.

» L'iodure de sodium seul a fait exception; cela tient à ce que le sel que l'on peut se procurer dans le commerce n'est pas anhydre, il a pour formule $NaI + 2HO$.

» La particularité que présentent le sel gemme (Melloni) et la sylvine (Magnus) appartient donc aussi aux chlorures, bromures et iodures isomorphes et anhydres. Ces corps, qui ont même formule chimique, qui cristallisent dans le même système, possèdent donc la même propriété physique au point de vue de la diathermanéité : ce qui confirme une fois de plus l'analogie des propriétés physiques que présentent les corps isomorphes ([2]). »

([1]) L'interposition de la cuve de chloroforme iodé ou d'un verre coloré quelconque n'empêche pas la vérification de la loi du cosinus de l'obliquité.

([2]) Ce travail a été fait au laboratoire d'enseignement de la Physique à la Sorbonne.

ÉLECTRICITÉ. — *Loi du rendement correspondant au maximum du travail utile dans une distribution électrique.* Note de M. VASCHY, présentée par M. Cornu.

« On sait que, si l'on emploie un générateur d'électricité, pile ou machine magnéto, de force électromotrice constante E, à échauffer un conducteur de résistance R, à charger un accumulateur de force électromotrice E', ou à produire un travail mécanique, l'énergie utilisée (Ri^2 ou $E'i$, suivant les cas) varie lorsqu'on donne à E ou à E' diverses valeurs, et que cette énergie est maximum quand la chute de potentiel utilisée (Ri ou E'), est la moitié de la force électromotrice E. Il en résulte que le rendement correspondant au maximum du travail utile est $\frac{1}{2}$. C'est la loi de Jacobi.

» Lorsque le générateur est une dynamo, dont la force électromotrice est une fonction du courant qui la traverse, cette loi n'est plus exacte. Elle est remplacée par une autre plus compliquée.

» Ces lois n'ont été démontrées jusqu'ici que pour des circuits simples. Je me propose de les généraliser, en considérant un réseau électrique quelconque avec un nombre N de branches renfermant : 1° des générateurs de forces électromotrices E_1, E_2, ..., E_N, et de résistances intérieures $r_1, r_2, \ldots, r_N$ ($r_1, r_2, \ldots$ comprenant, en outre, les autres résistances *inertes*, fils de communications, etc.); 2° les résistances à échauffer R_1, R_2, ... (lampes, etc.), ou les forces contre-électromotrices à vaincre E'_1, E'_2, ...

» Si l'on désigne par i_1, i_2, ... l'intensité du courant dans ces diverses branches, l'énergie dépensée est

$$W_m = E_1 i_1 + E_2 i_2 + \ldots = \Sigma E i. \tag{1}$$

» L'énergie utilisée peut s'écrire sous la forme

$$W_u = \Sigma(E - ri)i, \tag{2}$$

W_u étant une fonction de i_1, i_2, ...; pour calculer les conditions dans lesquelles elle est maximum, on n'aura qu'à annuler sa différentielle totale.

» *Premier cas.* — Si les forces électromotrices E_1, E_2, ... sont constantes (piles ou magnétos), on posera donc

$$dW_u = \Sigma(E - 2ri)\, di = 0. \tag{3}$$

» Comme, d'après une loi de Kirchhoff, en chaque sommet du réseau, on

doit avoir $\Sigma i = 0$, il en résulte $\Sigma\, di = 0$, ce signe Σ s'étendant seulement aux branches qui aboutissent au même sommet. A part cette restriction, qui établit entre di_1, di_2, ... autant de liaisons que le réseau a de sommets, moins un, on doit considérer les di comme arbitraires dans l'équation (3). On peut prendre, en particulier, $di_1 = \varepsilon i_1$, $di_2 = \varepsilon i_2$, ..., ε étant un coefficient arbitraire, puisque ces valeurs des di vérifient identiquement la condition $\Sigma\, di = \varepsilon \Sigma i = 0$ en un sommet quelconque. Par cette substitution, l'équation (3) devient

$$\Sigma(\mathrm{E} - 2ri)i = 0$$

ou

$$2\mathrm{W}_u - \mathrm{W}_m = 0,$$

ce qui montre que le rendement $\frac{\mathrm{W}_u}{\mathrm{W}_m}$ correspondant au maximum de W_u est égal à $\frac{1}{2}$.

» On peut arriver encore à ce résultat par la méthode suivante, qui offre l'avantage de faire connaître les valeurs E'_1, E'_2, ... de la chute de potentiel utilisée dans les diverses branches lorsque W_u est maximum.

» Si E'_1 varie de $d\mathrm{E}'_1$, les courants i_1, i_2, ... varieront de di_1, di_2, ... et l'énergie $\mathrm{W}_u = \Sigma \mathrm{E}' i$ variera de

$$d\mathrm{W}_u = i_1\, d\mathrm{E}'_1 + (\mathrm{E}'_1\, di_1 + \mathrm{E}'_2\, di_2 + \ldots).$$

Or i_1 est une fonction linéaire des forces électromotrices $(\mathrm{E}_1 - \mathrm{E}'_1)$, $(\mathrm{E}_2 - \mathrm{E}'_2)$, ... que contiennent les diverses branches

$$i_1 = k_1(\mathrm{E}_1 - \mathrm{E}'_1) + k_2(\mathrm{E}_2 - \mathrm{E}'_2) + k_3(\mathrm{E}_3 - \mathrm{E}'_3) + \ldots.$$

D'autre part, k_α étant l'intensité développée dans la branche 1 par une force électromotrice égale à 1 placée dans la branche α, on sait que, réciproquement, une force électromotrice égale à 1, placée dans la branche 1, développe dans la branche α l'intensité k_α. Par suite, les variations d'intensité di_1, di_2, di_3, ..., développées par la variation de force électromotrice $(-d\mathrm{E}'_1)$, sont égales à

$$di_1 = -k_1\, d\mathrm{E}'_1,$$
$$di_2 = -k_2\, d\mathrm{E}'_1,$$
$$di_3 = -k_3\, d\mathrm{E}'_1,$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$

d'où

$$d\mathrm{W}_u = d\mathrm{E}'_1[k_1(\mathrm{E}_1 - 2\mathrm{E}'_1) + k_2(\mathrm{E}_2 - 2\mathrm{E}'_2) + \ldots].$$

Si donc, dans chaque branche, on a $\mathrm{E} - 2\mathrm{E}' = 0$, la variation $d\mathrm{W}_u$ sera

nulle, quelle que soit la variation de E'_1, et évidemment de même, quelles que soient les variations de E'_2, E'_3, ... C'est là précisément la condition du maximum de W_u.

» Ainsi W_u est maximum quand la chute du potentiel E', utilisée dans chaque branche, est égale à la moitié de la force électromotrice E. Alors on a

$$\Sigma E i = 2 \Sigma E' i$$

ou

$$W_m = 2 W_u.$$

C'est la loi du rendement ou loi de Jacobi généralisée. Elle s'applique même lorsque la chute de potentiel E' est due à une résistance intercalée R. La condition $E = 2E'$ devient, dans ce cas, $E = 2Ri$.

» *Second cas.* — Si la force électromotrice E des générateurs dépend du courant i qui les traverse (suivant une loi quelconque, que l'on peut représenter graphiquement par une *caractéristique*), la condition du maximum de W_u devient

$$(3') \qquad dW_u = \sum \left(E + i\frac{dE}{di} - 2ri\right) di = 0;$$

d'où, en remplaçant, comme plus haut, di par εi,

$$\sum \left(E + i\frac{dE}{di} - 2ri\right) i = 0,$$

ce qui peut s'écrire

$$W_m = 2 W_u + \sum \frac{dE}{di} i^2.$$

Le rendement ici n'est plus $\frac{1}{2}$, le travail dépensé W_m dépassant le double du travail utile W_u de la valeur $\sum \frac{dE}{di} i^2$, qui peut être considérée comme représentant le travail absorbé par des résistances fictives $\frac{dE}{di}$, placées dans les diverses branches du réseau. Ces résistances peuvent être d'ailleurs ou positives, si la force électromotrice E croît avec le courant i (partie ascendante de la caractéristique), ou négatives (partie descendante), ou nulles, si E est maximum (sommet de la caractéristique). Le rendement $\frac{W_u}{W_m}$, correspondant au maximum du travail utile, peut donc être ou inférieur ou supérieur, ou même, exceptionnellement, égal à $\frac{1}{2}$. Pour connaître sa valeur, il faut calculer les intensités i_1, i_2, ..., dont dépend la quantité $\sum \frac{dE}{di} i^2$. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur le tourbillon cyclonique du 12 mai et influence du relief du Guadarrama sur ce météore.* Deuxième Note de M. **A.-F. Noguès**, présentée par M. Daubrée.

« Dans une première Note communiquée à l'Académie des Sciences, j'ai fait connaître les caractères de l'ouragan qui, dans la soirée du 12 mai 1886, s'est déchaîné sur Madrid et Guadalajara. Dans celle-ci, j'examine l'influence du massif du Guadarrama et du plateau hispanique sur ce tourbillon cyclonique.

» Le courant cyclonique, qui a traversé l'Atlantique, est arrivé en Castille par la vallée du Tage, ouverte en direction ouest-est; en arrivant vers Aranjuez, il s'est réfléchi vers Madrid, remontant vers le Nord. Les ramifications de la sierra de Cuenca et les monts qui, à l'est, s'étendent d'Alcalade-Hanarès à Madrid, ont déterminé un mouvement réfléchi et modifié la marche du courant : de là est venu le courant sud-est et puis est-nord-est.

» Mais bientôt ce courant dévié rencontre dans sa marche vers le nord les monts Carpetanes, les sierras de Guadarrama, de Somasierra, de Guadalajara et leurs ramifications occidentales; là se produisent des courants aériens secs et froids; le courant de l'Atlantique, chaud et humide, est pénétré par les courants atmosphériques de la sierra de Guadarrama qui refroidissent l'air chaud et humide venu de l'Atlantique. Aussitôt pluies torrentielles, brusques dépressions, baisse barométrique considérable (minimum 693^{mm} entre 6^h et 7^h soir). L'orage se décharge sur Madrid et ses environs, Aranjuez, Guadalajara, etc. Dès ce moment, il s'établit entre le massif de Guadarrama et la plaine de Madrid un double courant aérien, un courant *d'en bas* dirigé du sud au nord, et un *courant supérieur* dirigé en sens contraire ou du nord au sud. Le vent du nord ou de Guadarrama souffle dès lors avec une violence et une vitesse énormes, comme aussi le vent du nord-ouest ou des ramifications occidentales du même massif. Les divers courants formés dans les sierras du nord-ouest de Madrid se mêlent au courant principal nord-ouest; mais bientôt le courant océanique domine et le vent d'ouest très violent succède aux vents du nord et du nord-ouest.

» Les vents venant de différentes directions des sierras voisines (du Guadarrama et des sierras adjacentes), tous froids, s'unissent aux courants

atmosphériques possédant d'*autres directions*, et avec des *vitesses différentes* et *des composantes variées*. Aussi il s'établit un *mouvement aérien de tourbillonnement* et dès lors l'air prend un mouvement de rotation rapide. Ce mouvement gyratoire s'exécute surtout dans une certaine zone de Madrid et de ses environs et s'étend au sud jusqu'à Aranjuez et au nord-est vers Guadalajara. Mais il est bientôt modifié dans sa forme et dans sa vitesse par le massif du Guadarrama. Le tourbillon tourne sur lui-même dans une zone peu étendue à Madrid même; en quelques minutes (cinq à six), l'air en mouvement passe par tous les points de la rose des vents.

» Avant l'arrivée à Madrid du courant cyclonique, le vent était du sud; mais, aux premiers souffles du courant atlantique, il passe, par réflexion, au sud et à l'est-nord-est; puis le Guadarrama réfléchit le courant atlantique et le vent passe au nord en se déchargeant de ses vapeurs et de son électricité; bientôt le courant atlantique regagne et le vent passe au nord-ouest, puis à l'ouest, la direction normale d'arrivée sur le Plateau castillan.

» A $7^h 1^m$ et $7^h 6^m$ le courant atlantique est uni aux courants du Guadarrama et autres courants refoulés par réflexion, et brusquement le vent tourne au sud, et alors le tourbillon exerce tous ses ravages; la zone comprise entre le sud et l'est a été plus tourmentée par le tourbillon que celle comprise entre le nord et le nord-ouest.

» En résumé, le tourbillon cyclonique du 12 mai, qui aurait pu passer sur la Castille en déversant seulement quelques pluies et en déterminant des vents violents de l'ouest et du nord-ouest, a rencontré, dans des circonstances spécialement favorables, la sierra de Guadarrama qui l'a refroidi et a versé dans l'axe vertical du tourbillon, presque épuisé déjà, de l'air et des courants froids, comme dans un vaste entonnoir dont la base serait en haut; ces différents courants, directs ou réfléchis, qui ont déterminé un mouvement gyratoire de l'air, ont donc constitué un *tourbillon cyclonique d'un petit diamètre,* mais d'une vitesse énorme. A 7^h et quelques minutes, le météore a perdu son caractère de tourbillon cyclonique; il s'est dispersé en courants atmosphériques nord-ouest qui ont refroidi l'atmosphère du centre et du midi de l'Espagne et ont porté des pluies et des vents violents dans la Manche et l'Andalousie.

» Les massifs montagneux, en certaines circonstances, peuvent déterminer, par le concours de leurs courants locaux et spéciaux, des mouvements gyratoires ou tourbillonnaires de l'air, qui, en petite échelle, présentent tous les phénomènes des cyclones tropicaux; en sorte que le Plateau central hispanique peut être assimilé, dans les circonstances par-

ticulières, à certaines régions tropicales et produire en Espagne des phénomènes météoriques analogues à ceux des contrées tropicales. Mais l'ensemble des circonstances qui les engendrent est rare et la répétition des mêmes phénomènes est un cas exceptionnel qui peut ne se reproduire de longtemps, les conditions spéciales de leur formation ayant disparu et ne pouvant revenir qu'en des cas très rares.

» Une autre coïncidence : dans quelques-unes des localités où le cyclone du 12 mai se fit sentir, on a observé un léger tremblement de terre; quelques murs furent fendillés, les lampes oscillèrent, etc.; à Malaga, à 1^h30^m du matin, on sentit un léger double mouvement d'oscillation et de trépidation; le phénomène se répéta le jeudi suivant vers 9^h et quelques minutes du soir, mais très peu perceptible. D'ailleurs les mouvements séismiques n'ont pas discontinué en Andalousie depuis le 24 décembre 1884. »

THERMOCHIMIE. — *Sur les chaleurs de combustion des acides gras et de quelques garisses qui en dérivent*. Note de M. **W. Louguinine**, présentée par M. Berthelot.

« J'ai voulu, dans ce travail, compléter quelques recherches sur les chaleurs de combustion d'acides gras, que j'avais faites incidemment dans le courant de mes expériences précédentes et étudier la formation des corps gras qui dérivent de ces acides.

» Toutes les substances que j'ai étudiées ont été purifiées et analysées dans mon laboratoire :

» I. *Chaleur de combustion de l'acide caprylique* $C^8H^{16}O^2$. — 1^{gr} dégage $7907^{cal},6$ (moyenne de quatre expériences) et 1^{mol} en grammes, suivant l'équation

$$C^8H^{16}O^2 \text{ liquide} + 22\,O \text{ gaz} = 8\,CO^2 \text{ gaz} + 8\,H^2O \text{ liquide} \ldots\ldots\ldots \quad 1\,138\,694^{cal}$$

» II. *Chaleur de combustion de l'acide nonylique* $C^9H^{18}O^2$. — 1^{gr} dégage $8147^{cal},8$ (moyenne de quatre expériences) et 1^{mol} en grammes, suivant l'équation

$$C^9H^{18}O^2 \text{ liquide} + 25\,O \text{ gaz} = 9\,CO^2 \text{ gaz} + 9\,H^2O \text{ liquide} \ldots\ldots\ldots \quad 1\,287\,352^{cal}$$

» III. *Chaleur de combustion de l'acide laurique* $C^{12}H^{24}O^2$. — 1^{gr} dégage $8798^{cal},6$ (moyenne de quatre expériences) et 1^{mol} en grammes, suivant l'équation

$$C^{12}H^{24}O^2 \text{ solide} + 34\,O \text{ gaz} = 12\,CO^2 \text{ gaz} + 12\,H^2O \text{ liquide} \ldots\ldots \quad 1\,759\,720^{cal}$$

» IV. *Chaleur de combustion de l'acide myristique* $C^{14}H^{28}O^2$. — 1^{gr} dégage 9042^{cal} (moyenne de six expériences) et 1^{mol} en grammes, suivant l'équation

$$C^{14}H^{28}O^2 \text{ solide} + 40\,O \text{ gaz} = 14\,CO^2 \text{ gaz} + 14\,H^2O \text{ liquide} \ldots\ldots\ 2061758^{cal}$$

» V. *Chaleur de combustion de l'acide palmitique* $C^{16}H^{32}O^2$. — 1^{gr} dégage $9264^{cal},82$ (moyenne de cinq expériences) et 1^{mol} en grammes, suivant l'équation

$$C^{16}H^{32}O^2 \text{ solide} + 62\,O \text{ gaz} = 16\,CO^2 \text{ gaz} + 16\,H^2O \text{ liquide} \ldots\ldots\ 2371794^{cal}$$

» Ces nombres, joints à ceux que j'ai déjà publiés, donnent, pour la chaleur de combustion de la série des acides gras, calculée suivant l'équation usuelle, la Table suivante :

Différence.					cal
CH^2..... 151919	1.	Acide	propionique normal.....	$C^3H^6O^2$	366877
	2.	»	isobutyrique...........	$C^4H^8O^2$	517796
CH^2..... 156207	3.	»	valérique (calculé)......	$C^5H^{10}O^2$	674003
	4.	»	caproïque..............	$C^6H^{12}O^2$	830210
CH^2..... 154242	5.	»	œnanthylique (calculé) ..	$C^7H^{13}O^2$	984450
CH^2..... 148658	6.	»	caprylique.............	$C^8H^{16}O^2$	1138694
	7.	»	nonylique..............	$C^9H^{18}O^2$	1287352
CH^2..... 157456	8.	»	caprinique (calculé).....	$C^{10}H^{20}O^2$	1444808
	9.	»	»	»	»
	10.	»	laurique................	$C^{12}H^{24}O^2$	1759720
CH^2..... 151019	11.	»	»	»	»
	12.	»	myristique.............	$C^{14}H^{28}O^2$	2061758
CH^2..... 155018	13.		»	»	»
	14.	»	palmitique.............	$C^{16}H^{32}O^2$	2371794
»	15.	»	»	»	»
	16.	»	stéarique...............	$C^{18}H^{32}O^2$	2681830

» Ce dernier nombre, quoique calculé, doit être plus près de la vérité que celui donné par Favre et Silbermann (2759000^{cal}); car, en admettant ce dernier, on trouverait, en partant de l'acide palmitique, pour chaque CH^2, une augmentation dans la chaleur de combustion de 193603^{cal}, ce qui est absolument invraisemblable,

» J'ai déterminé la chaleur de combustion d'un acide stéarique contenant un excès de C (un peu moins de 1 pour 100), et j'ai trouvé que 1^{gr} de cette substance dégage $9520^{cal},7$ (moyenne de trois expériences), et 1^{mol} en gramme suivant l'équation usuelle 2703879^{cal}, nombre très voisin de celui que donne le calcul.

» Néanmoins le nombre tiré de l'expérience se rapporte à une substance dont la pureté n'est pas suffisante pour être citée à titre définitif.

» Connaissant ainsi les chaleurs de combustion des acides gras, ayant déterminé jadis celle de la glycérine, il m'était facile d'étudier les chaleurs de combustion des corps gras provenant de la combinaison de ces acides avec la glycérine, avec élimination de $3H^2O$.

» Comme point de repère, j'ai choisi deux corps gras que l'on peut obtenir assez facilement : la trilaurine de la glycérine extraite des baies de laurier et la trimyristine de la glycérine retirée des noix de muscade. J'ai préparé et purifié moi-même ces substances à l'aide de procédés que j'indiquerai dans un Mémoire plus détaillé; l'analyse en a démontré la pureté.

» I. *Chaleur de combustion de la trilaurine de la glycérine* $C^3H^5(OC^{12}H^{23}O)$. — 1^{gr} de substance dégage $8946^{cal},19$ (moyenne de sept expériences faites sur deux échantillons de matière) et 1^{mol} en grammes, suivant l'équation

$$C^{39}H^{74}O^6 \text{ solide} + 109\ O \text{ gaz} = 39\,CO^2 \text{ gaz} + 37\,H^2O \text{ liq} \ldots \quad 5\,707\,669^{cal}.$$

» II. *Chaleur de combustion de la trimyristine de la glycérine* $C^3H^5(OC^{14}H^{27}O)^3$. — 1^{gr} de substance dégage $9143^{cal},9$ (moyenne de quatre expériences) et 1^{mol} en grammes, suivant l'équation

$$C^{45}H^{86}O^6 \text{ solide} + 127\ O \text{ gaz} = 45\,CO^2 \text{ gaz} + 43\,H^2O \text{ liq} \ldots \quad 6\,607\,896^{cal}.$$

» En comparant ces nombres avec ceux des substances qui entrent dans la formation de ces corps gras, nous trouvons :

» 1° Pour la trilaurine de la glycérine,

Chaleur de combustion de 3^{mol} de	$C^{12}H^{24}O^2$	5279160^{cal}
»	$C^3H^5O^3$	392455
	Somme	5671615

nombre différent en moins de la chaleur de combustion de la trilaurine de $36\,034^{cal}$.

» 2° Pour la trimyristine de la glycérine,

Chaleur de combustion de 3^{mol} de	$C^{14}H^{28}O^2$	6185274^{cal}
»	$C^3H^5O^3$	392455
	Somme	6577729

nombre différent en moins de la chaleur de combustion de la trimyristine de la glycérine de $30\,167^{cal}$.

» Je crois pouvoir conclure de ces expériences que, dans la combinaison des acides gras avec la glycérine (avec élimination de 3^{mol} de H^2O), il y a absorption de $30\,000^{cal}$ à peu près; en un mot, que cette éthérification est

accompagnée du même ordre de phénomènes que la formation des éthers des acides gras à l'aide d'alcool mono-atomique.

» En appliquant cette relation à l'étude de quelques corps gras, nous trouvons, pour la chaleur de combustion de la tripalmitine,

$$
\begin{array}{r}
2371794 \times 3 = 7115382^{\text{cal}} \\
+ 392455 \\
\hline
7507837 \\
+ 30000 \\
\hline
7537837
\end{array}
$$

et pour celle de la tristéarine,

$$
\begin{array}{r}
2681830 \times 3 = 8045490^{\text{cal}} \\
+ 392455 \\
\hline
8437945 \\
+ 30000 \\
\hline
8467945
\end{array}
$$

» Il devient facile en un mot de calculer, à l'aide de la relation que j'ai indiquée, la chaleur de combustion et par conséquent de formation de tous les corps gras provenant des acides gras, résultat qui peut avoir une certaine importance pour la solution des problèmes de Physiologie. »

CHIMIE. — *Sur la dissociation du carbonate de chaux.* Note de M. **H. Le Chatelier**, présentée par M. Daubrée.

« Les expériences classiques de M. Debray sur la dissociation du carbonate de chaux ont montré qu'à chaque température la décomposition s'arrêtait pour une tension fixe de l'acide carbonique. Mais la loi de variation de cette pression avec la température n'avait pas été déterminée jusqu'ici d'une façon précise. Je me suis proposé de combler cette lacune en utilisant pour la mesure des températures les couples thermo-électriques que j'ai précédemment étudiés.

» Le couple employé, qui était formé d'un fil de platine pur soudé à un fil de platine rhodié, fut gradué immédiatement après la fin des expériences. Les nombres obtenus dans cette graduation sont les suivants :

Points fixes.	Température de la soudure chaude. t.	froide. t_0.	Déviations du galvanomètre. N.
Fusion de l'or	1045°	28°	98^{mm}
Ébullition du sélénium	665	28	56
Ébullition du soufre	448	28	32

» Ces chiffres montrent que, dans l'intervalle de température considéré, on peut remplacer la courbe représentant les déviations en fonction des températures par sa tangente, dont l'équation est

$$N = -14 + 0,11(t - t_0),$$

formule empirique qui a servi pour les calculs ultérieurs.

» Des expériences préliminaires faites sur diverses variétés de carbonate de chaux (marbre, craie, précipité chimique) montrèrent que, sous ces divers états, le carbonate de chaux possède à une même température la même tension, mais que l'équilibre s'établit d'autant plus rapidement que le carbonate est plus divisé. Ainsi, dans les expériences définitives, le carbonate de chaux précipité fut seul employé.

» Le Tableau suivant donne les résultats obtenus :

Déviations du galvanomètre N.	Température de la soudure froide t_0.	calculée t.	Pression observée h.
43,5^{mm}	22°	547°	27^{mm}
50,2	22	610	46
51,5	24	625	56
64,6	25,5	740	255
64,8	26	745	289
72	26,5	810	678
72,2	25	812	763
78	27	865	1333

Il résulte de ces chiffres que la tension de dissociation du carbonate de chaux devient égale à la pression atmosphérique à la température de 812°. On serait tenté de conclure de là que la température normale de décomposition du carbonate de chaux, la température de cuisson de la chaux, est aussi égale à 812°, de même que pour l'eau la température normale d'ébullition est celle à laquelle la tension de vapeur devient égale à la pression atmosphérique. Mais il n'en est rien; quand on échauffe rapidement du

carbonate de chaux, on reconnaît que la température stationnaire de décomposition se fixe à 30° au-dessus du point de fusion de l'argent, soit à 925°. C'est là un phénomène analogue à celui que j'avais observé dans une étude antérieure sur la cuisson du plâtre. La température stationnaire de déshydratation rapide du gypse se fixe à 128°, soit à 28° au-dessus de la température à laquelle la tension d'efflorescence de ce sel atteint la pression atmosphérique. Cette température stationnaire est du reste indépendante de la pression sous laquelle on opère. L'hydrate de chaux dont j'étudie en ce moment la dissociation présente encore la même particularité.

» L'existence d'une semblable température fixe de décomposition distincte des températures de dissociation provient de la lenteur avec laquelle l'équilibre des tensions s'établit dans les phénomènes de dissociation; il est possible par un chauffage rapide de dépasser la température normale de dissociation, mais on ne peut la dépasser que d'une quantité limitée, parce que, la vitesse de décomposition croissant suivant une fonction exponentielle très rapide des excès de température, on arrive bientôt à n'avoir, pour des variations considérables de la vitesse d'échauffement, que des variations très faibles de température qui échappent aux moyens d'observation et donnent à la température de décomposition une fixité apparente. »

CHIMIE. — *Sur un nouveau corps gazeux, l'oxyfluorure de phosphore* $PhFl^3O^2$.
Note de M. **H. Moissan**, présentée par M. Debray.

« Si l'on fait un mélange de 4^{vol} de trifluorure de phosphore et de 2^{vol} d'oxygène, puis que l'on fasse traverser le tout par une forte étincelle d'induction, il se produit une détonation violente. Le volume diminue et l'on obtient un gaz dont les propriétés diffèrent de celles du trifluorure de phosphore. Ce nouveau gaz fume à l'air, est absorbé instantanément par l'eau en se détruisant, et le liquide obtenu ne renferme pas trace d'un composé phosphoreux. Ce liquide ne donne pas de dépôt de soufre dans une solution chaude d'acide sulfureux; il ne réduit pas les sels d'argent, réactions fournies par l'eau laissée au contact du trifluorure de phosphore. La solution donnée par l'oxychlorure fournit facilement un précipité de phosphate ammoniaco-magnésien; portée à l'ébullition en présence de nitromolybdate, elle produit un abondant précipité jaune.

» Le nouveau corps, se dédoublant par l'eau en donnant de l'acide phosphorique, doit, à raison de son mode de formation, avoir pour formule PhO^2Fl^3 : c'est le correspondant de l'oxyfluorure de Wurtz. Il se forme

d'après l'équation suivante :

$$\frac{PhFl^3}{4^{vol}} + \frac{O^2}{2^{vol}} = \frac{PhFl^3O^2}{4^{vol}}.$$

» Pour mettre cette composition en évidence, nous avons introduit dans l'eudiomètre de Bunsen un certain volume de trifluorure desséché par de la potasse fondue. Nous y avons ajouté ensuite de l'oxygène sec et, après lecture du nouveau volume, nous avons fait passer une étincelle dans le mélange. Il s'est produit une détonation accompagnée d'une lueur et l'on a lu le nouveau volume après que le gaz avait repris la température du laboratoire. Ayant tenu compte des corrections de pression et de la température, on a constaté une diminution de volume correspondant à peu de chose près à la moitié du trifluorure de phosphore employé.

» Cette analyse eudiométrique a été faite en se servant de mercure et d'un eudiomètre absolument secs. Ces conditions étaient bien remplies, puisque l'eudiomètre dans lequel on a fait cette analyse n'a pas été dépoli et que, par conséquent, il ne s'est pas produit d'acide fluorhydrique.

» Cette expérience a été variée de bien des façons. On a fait des mélanges de 20^{cc} de fluorure et de 10^{cc} d'oxygène que l'on a placés dans une éprouvette et que l'on a fait traverser par une forte étincelle d'induction. La détonation est tellement violente que l'éprouvette, maintenue par un support, est parfois rejetée hors de la cuve à mercure et que le plus souvent une grande partie du gaz est perdue. Lorsqu'il n'y pas eu perte de gaz ou rentrée d'air, la diminution a toujours été de la moitié du volume de fluorure phosphoreux mis en présence.

» Un fait intéressant nous a été présenté par le mélange de 1^{vol} de trifluorure et d'un demi-volume d'oxygène. Un semblable mélange qui détone violemment en présence d'une étincelle d'induction ne prend pas feu au contact de la flamme produite par le gaz d'éclairage. La température n'est pas assez élevée pour déterminer la combinaison. Au contraire, en plaçant l'orifice d'une éprouvette remplie du même mélange devant le dard bleu du chalumeau à oxygène, la combustion se produit et l'on voit une flamme descendre avec une certaine lenteur jusqu'au fond de l'éprouvette, sans cependant produire de détonation. D'ailleurs, si l'étincelle d'induction est très faible, elle peut ne pas produire la détonation d'un semblable mélange.

» Pour préparer l'oxyfluorure qui nous a servi dans ces recherches, on a fait détoner par petites quantités, à peu près 10^{cc} chaque fois, un mélange d'environ 2^{vol} de trifluorure de phosphore et de 1^{vol} d'oxygène, dans

lequel ce dernier gaz était en léger excès. L'oxyfluorure obtenu était abandonné plusieurs jours sur le mercure en présence de bâtons de phosphore sec qui se combinaient à l'oxygène restant. On sait que, dans ces conditions, l'oxygène n'ayant qu'une faible tension est assez rapidement absorbé par le phosphore à froid.

» On peut encore obtenir l'oxyfluorure de phosphore en faisant passer un mélange de 2^{vol} de trifluorure et de 1^{vol} d'oxygène sur de la mousse de platine légèrement chauffée : la combinaison s'effectue et le trifluorure fixe $2^{éq}$ d'oxygène.

» L'oxyfluorure de phosphore est un gaz incolore, possédant une odeur piquante, absorbable par l'eau, qui le décompose, avec dégagement de chaleur. C'est un gaz qui, en présence de l'air, fournit des fumées blanches, moins abondantes cependant que celles données par le pentafluorure de phosphore. Du reste, ce dernier gaz s'absorbe beaucoup plus rapidement par l'eau que l'oxyfluorure. Le verre n'est pas attaqué par l'oxyfluorure de phosphore desséché avec soin.

» Sa liquéfaction se fait plus facilement que celle des fluorures de phosphore. Tandis que le trifluorure se liquéfie à 40^{atm} à $-10°$, et le pentafluorure à 23^{atm} à $16°$, il suffit d'une pression de 15^{atm} à la température de $16°$ pour amener l'oxyfluorure à l'état liquide ([1]). Malgré tous les soins pris pour dessécher complètement le tube et le mercure de l'appareil de M. Cailletet, il s'est toujours produit, dans la liquéfaction de l'oxyfluorure, une légère attaque du verre et du mercure. Lorsque l'on a obtenu l'oxyfluorure de phosphore liquide, il suffit de le comprimer à 50^{atm}, puis de le détendre brusquement pour avoir une neige blanche d'oxyfluorure solide. A la pression ordinaire, l'oxyfluorure de phosphore est liquide à une température de $-50°$, que l'on obtient facilement par l'évaporation rapide du chlorure de méthyle.

» La densité théorique de l'oxyfluorure de phosphore $PhFl^3O^2$ est de 3,63; celle trouvée par l'expérience oscille entre 3,68 et 3,75. La difficulté de préparation de ce gaz nous a forcé d'opérer sur de petites quantités, et l'affinité de l'oxyfluorure pour l'humidité augmente la délicatesse de ces déterminations.

» L'oxyfluorure de phosphore est absorbé immédiatement par l'alcool

---

([1]) Dans une Note précédente, par suite d'une erreur d'impression, nous avions indiqué que la liquéfaction du pentafluorure de phosphore se faisait à 46^{atm}. Ce chiffre de 46 doit être remplacé par celui de 23 (*Comptes rendus*, t. CI, p. 1490 : *Sur la préparation et les propriétés physiques du pentafluorure de phosphore*).

anhydre, par une solution d'acide chromique ou par une solution alcaline. Chauffé dans une cloche courbe en verre, ce gaz ne se décompose pas aussi facilement que le trifluorure; il ne se produit pas de dépôt de phosphore et même, après une heure de chauffe, la décomposition n'est pas complète. Il se produit du fluorure de silicium et un phosphate alcalin.

» Remarquons, en terminant, que l'existence de l'oxyfluorure de phosphore rend impossible l'expérience indiquée par Davy, qui pensait isoler le fluor en brûlant le fluorure de phosphore dans une atmosphère d'oxygène enfermée dans un vase de fluorine. C'est d'ailleurs une curieuse propriété du fluor de tendre toujours à former des produits d'addition ternaires ou quaternaires, propriété qui, pensons-nous, a paralysé jusqu'ici tous les essais tentés pour isoler ce métalloïde. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la chloruration directe du méthylbenzoyle.* Note de M. **H. Gautier**, présentée par M. Cahours.

« En général, la substitution d'un atome de chlore à un atome d'hydrogène dans une molécule organique entraîne, pour le point d'ébullition, une variation de même sens que celle du poids moléculaire. Cette variation, qui est d'une cinquantaine de degrés environ pour les premiers produits de substitution, s'abaisse quelquefois pour les derniers à une vingtaine de degrés.

» Les choses se passent d'une manière notablement différente lorsque l'on considère les produits où le chlore remplace successivement les trois hydrogènes d'un groupe méthyle lié directement à un carbonyle. Le remplacement du premier atome d'hydrogène produit une élévation d'une soixantaine de degrés, tandis que la variation résultant de la substitution des deux autres atomes d'hydrogène ne dépasse presque jamais 10°. C'est ce qui se présente pour l'acide acétique, le chlorure d'acétyle, l'aldéhyde et leurs dérivés chlorés.

» Le méthylbenzoyle qui contient un groupe méthyle attaché directement à un carbonyle devait donner lieu à des variations du même ordre pour le point d'ébullition de ses dérivés chlorés dans le groupe CH^3.

» Graebe, le premier, en soumettant à l'action du chlore le méthylbenzoyle maintenu à l'ébullition, a isolé le méthylbenzoyle monochloré $C^6H^5-CO-CH^2Cl$, bouillant à 244°. Plus tard, Dyckerhoff décrivit comme méthylbenzoyle bichloré $C^6H^5-CO-CHCl^2$ un liquide bouillant à 250°-255° et annonça qu'en poursuivant l'action du chlore on ne pouvait obtenir

le dérivé trichloré $C^5H^6-CO-CCl^3$; qu'il se formait alors du chlorure de benzoyle et un corps ayant pour formule $C^{16}H^{13}ClO^2$.

» La différence des points d'ébullition des dérivés monochloré et bichloré est bien de l'ordre de celles observées pour les corps renfermant un groupe $(CO-CH^3)$: une différence analogue devait vraisemblablement se présenter pour le dérivé trichloré. Dès lors, le fractionnement ne permet plus de séparer ces trois composés; le dérivé monochloré, étant solide, pourra s'obtenir facilement pur par refroidissement et filtration à la trompe, mais le produit liquide séparé sera un mélange des dérivés bi et trichlorés, tenant en dissolution une certaine quantité de dérivé monochloré. C'est probablement à un tel mélange qu'a eu affaire M. Dyckerhoff; ceci expliquerait le point d'ébullition peu défini qu'il donne pour son composé, et l'on conçoit qu'on puisse obtenir un mélange de ces trois corps en proportions telles, que sa teneur en chlore soit précisément celle du dérivé bichloré. Ces différentes remarques m'ont conduit à reprendre l'étude de l'action directe du chlore à température élevée sur le méthylbenzoyle.

» Lorsque l'on dirige un courant de chlore dans la vapeur de méthylbenzoyle exposé au grand jour, la coloration verte disparaît rapidement au début de l'opération, puis la réaction se ralentit à mesure que la chloruration s'avance. Après avoir fait passer un peu plus que la quantité de chlore nécessaire pour former un dérivé bichloré, on arrête l'opération.

» Le produit obtenu est soumis à la distillation, et on recueille à part ce qui passe entre 240° et 250°; en opérant ainsi, j'ai obtenu *une fois* un liquide dont la teneur en chlore était de 37,24 pour 100; la théorie indiquant 37,56 pour le dérivé bichloré, ce liquide pouvait au premier abord être pris pour ce composé; mais il est facile de montrer qu'il est constitué par un mélange des trois dérivés.

» En effet, j'ai distillé ce liquide et recueilli à part ce qui passe de 240° à 243°, puis de 243° à 250°. La première portion refroidie dans le chlorure de méthyle a abandonné une petite quantité d'un corps fusible à 58° (dérivé monochloré) et deux dosages de chlore de la portion 243°-250° m'ont donné 39,85 et 39,88 pour 100. Ce dernier liquide a été distillé à son tour et séparé en deux parties, l'une bouillant de 243° à 247°, l'autre de 247° à 250°, et deux dosages de chlore effectués sur la dernière fraction ont donné respectivement 45,38 et 45,48. La théorie exige pour un dérivé trichloré 47,65.

» Ces expériences prouvent donc que le produit bouillant de 240° à 250° n'est pas un produit unique, mais qu'il est constitué par un mé-

lange des trois dérivés C^6H^5-CO-CH^2Cl, C^6H^5-CO-$CHCl^2$, C^6H^5-CO-CCl^3, dont le premier peut seul être isolé à l'état de pureté. Ce mélange ne contient d'ailleurs pas trace de chlore dans le noyau, car j'ai vérifié que chacune des fractions soumises à l'analyse donnait par oxydation exclusivement de l'acide benzoïque fusible à 121°.

» Ainsi donc, par la chloruration directe du méthylbenzoyle à température élevée, on obtient tout d'abord et simultanément les trois dérivés chlorés dans la chaîne. En poursuivant l'action du chlore dans les mêmes conditions, je n'ai pas observé la formation de chlorure de benzoyle; mais j'ai obtenu un produit plus riche en chlore que le méthylbenzoyle trichloré que je n'ai pas encore isolé à l'état de pureté et qui par oxydation m'a donné un acide chloré. Il est donc probable que le chlore, après avoir remplacé tout le chlore de la chaîne latérale, se porte ensuite dans le noyau benzénique ([1]). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'eau oxygénée sur l'acide benzoïque en présence d'acide sulfurique*. Note de M. **Hanriot**, présentée par M. Friedel.

« J'ai montré, dans ma précédente Communication, que l'eau oxygénée réagit sur les hydrocarbures benzéniques en solution sulfurique en les transformant en phénols et diphénols. J'ai cherché à étendre cette réaction aux acides aromatiques, et particulièrement à l'acide benzoïque.

» L'acide benzoïque, dissous dans cinq ou dix fois son poids d'acide sulfurique, est additionné par petites portions de trois fois son poids d'eau oxygénée à 200^{vol}, dissoute également dans l'acide sulfurique. Une réaction très vive se manifeste. Lorsque toute l'eau oxygénée a été introduite, on étend d'eau la liqueur et on la distille dans un courant de vapeur d'eau. Il passe d'abord de l'acide benzoïque non attaqué, puis un mélange d'acides benzoïque et salicylique, que l'on peut séparer de la façon suivante. Le mélange des deux acides est saturé par le carbonate de baryum et la solution filtrée est mise à bouillir avec un excès d'eau de baryte. Il se précipite du salicylate basique très peu soluble. Le sel de baryum est décomposé par l'acide sulfurique et épuisé par l'éther qui abandonne l'acide salicylique par évaporation. Si, au lieu de distiller le produit brut de la réaction, on le sature par le carbonate de baryum, on obtient, outre le benzoate et le salicylate, une petite quantité d'un autre sel de baryum dont l'acide libre

---

([1]) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Gal, à l'École Polytechnique.

possède les propriétés suivantes : il est plus soluble dans l'eau que l'acide salicylique, se colore en rouge vineux par addition de chlorure ferrique. Il se colore en rouge brun par dissolution dans les alcalis et même dans le carbonate d'ammoniaque, au contact de l'air; enfin il se dissout en rouge dans l'acide sulfurique concentré.

» Ces caractères semblent rapprocher des acides di- et trioxybenzoïques cette substance que je n'ai pu isoler à l'état de pureté à cause de la facilité avec laquelle elle se résinifie.

» Lorsque l'on fait réagir sur la solution sulfurique d'acide benzoïque, chauffée à 200° environ, l'eau oxygénée d'une concentration plus faible, il distille une certaine quantité de phénol que l'on peut séparer en saturant par le carbonate d'ammonium et épuisant par l'éther. La solution aqueuse ne contient pas d'acide salicylique, car l'acide libre ne donne aucune coloration avec le chlorure ferrique; l'eau de brome a fait naître un précipité abondant de tribromophénol. A température élevée, c'est donc l'acide paroxybenzoïque qui prend naissance. Il serait cependant possible que le phénol, dont on peut isoler une quantité notable, provînt de la décomposition d'acide salicylique à une température élevée.

» L'acide cinnamique, traité de même, m'a fourni de l'acide benzoïque. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *De la jaborine.* Note de MM. **Hardy** et **Calmels** [1], présentée par M. Friedel.

« MM. Harnack et Meyer ont mentionné la production d'un isomère de la pilocarpine lorsqu'on chauffe celle-ci à l'état libre et sèche; mais cette production est soumise à des conditions particulières. Nous-mêmes, dans les premiers temps, nous nous sommes figuré que, dans cette production, la pilocarpine se transformait comme l'orthobenzobétaïne en diméthylamidoorthobenzoate méthylique (P. Griess). Mais, d'abord, la bétaïne de M. Griess n'est pas une bétaïne grasse. Or, jamais, en chauffant une bétaïne vraie, on ne parvient à produire un éther isomérique, par la raison que les éthers de cette forme se scindent à l'instant même, ce qui a été vu par Heintz pour le glycocollate d'éthyle.

» Toute tentative pour produire dans le cas actuel un pareil éther est demeurée infructueuse. La pilocarpine, maintenue à l'état sec et pur pendant six heures à 100°,

[1] Travail des Laboratoires de l'Académie de Médecine et de l'Hôtel-Dieu.

évaporée avec HCl dilué, même au sein d'alcool méthylique, n'a pas fourni de jaborine. Par l'action des iodures alcooliques sur la pilocarpidine argentique au sein d'un mélange alcoolo-éthéré absolu, on obtient des solutions qui, après traitement, ne fournissent que de la pilocarpidine.

» L'étude directe de la jaborine mène à des conceptions différentes :

» *Jaborine.* — 5^{gr} de pilocarpine furent séchés à 50°, ce qui exige souvent quarante-huit heures, si la pilocarpine provient de concentration aqueuse. Puis, brusquement, on chauffa sur un bain de sable déjà chaud, de façon à dépasser rapidement la température de 100° à 140°. Cette double précaution fut prise pour éviter le dédoublement déjà décrit en pilocarpidine et alcool méthylique. A 150° on observa un dégagement de triméthylamine qui, recueillie exactement au tube de Will, n'alla jamais au quart de l'azote total (moitié de la triméthylamine du produit). On atteignit ainsi 175°, température qu'on maintint une demi-heure au plus, puis on arrêta. Le résidu brun, traité par l'eau, alcalisé d'eau de baryte, fut agité avec l'éther. L'éther prend la jaborine et cette remarque fondamentale, due à M. Harnack, montre que cet auteur a eu réellement entre les mains la jaborine vraie. La solution barytique contient, outre une proportion variable de pilocarpidine, un corps complémentaire du premier, l'acide jaborique.

» La jaborine se dépose de l'éther ou de l'alcool, en une masse brune se desséchant en un vernis cassant; précipitée par KOH du chlorhydrate, elle constitue un caséum s'agglomérant facilement par l'eau chaude. Elle est insoluble dans l'eau, mais soluble dans l'acide jaborique, d'où l'agitation avec l'éther l'extrait facilement; la baryte employée dans sa préparation est destinée à retenir complètement la pilocarpidine et l'acide jaborique.

» La potasse concentrée est nécessaire pour attaquer à froid la jaborine; il se produit une dissolution et la liqueur portée à ébullition ne contient plus que de la pilocarpidine. Le chlorhydrate, extrêmement soluble dans l'eau et l'alcool, se transforme en chlorhydrate de pilocarpidine par l'ébullition avec HCl en excès. Les solutions de jaborine sont toujours douées d'une coloration brune, avec fluorescence verdâtre que le charbon n'enlève pas complètement. La solution alcoolique du corps libre fournit : 1° par $PtCl^4$ en défaut, un précipité blanc sale, gélatineux $[PtCl^4(C^{22}H^{32}Az^4O^4)^2]$; 2° par $PtCl^4$ en excès, un précipité blanc jaunâtre $(PtCl^4, C^{22}H^{32}Az^4O^4)$; 3° par $AuCl^3$, un précipité qui se fait seulement lorsqu'on est arrivé à saturer les deux azotes pyridiques $[(AuCl^3)^2, C^{22}H^{32}Az^4O^4]$; 4° en présence de HCl en léger excès, et par $PtCl^4$, que celui-ci soit en défaut ou en excès, un même précipité $(PtCl^6H^2, C^{22}H^{32}Az^4O^4)$. Ce corps se produit en moins grande quantité que l'acide jaborique; lors de la chauffe de la pilocarpine, il constitue un terme de passage.

» *Acide jaborique.* — L'eau mère barytique, saturée de CO^2, consiste en un mélange de pilocarpidine et de jaborate de baryum. L'acide jaborique forme en effet, avec les alcalis, des sels gommeux, solubles dans l'eau et l'alcool, indécomposables par CO^2; AzO^3Ag agit en deux temps sur les jaborates au sein de l'eau. Il ne forme pas d'abord de précipité (formation de jaborate d'argent que l'on précipite par un grand excès d'alcool, poudre brune, $C^{19}H^{24}Az^3O^5Ag$). Mais AzO^3Ag en excès fournit un volumineux précipité caséeux $(C^{19}H^{24}Az^3O^5Ag + AzO^3Ag)$. Cette réaction sert à pré-

parer le corps pur, ou bien son nitrate, par décomposition ultérieure de ces précipités au moyen de H^2S. La pilocarpidine qui accompagne primitivement l'acide jaborique se trouve éliminée ; à l'état libre, elle ne précipite, en effet, AzO^3Ag qu'à la longue, avec production de nitrate et de sel d'argent cristallisé. L'acide jaborique libre est très semblable comme aspect à la jaborine, mais il est soluble dans l'eau et l'éther n'en prend que des traces à la solution aqueuse. La potasse concentrée et chaude, HCl bouillant, l'attaquent et le dédoublent en pilocarpidine et acide $\beta Py \alpha$ lactique.

» La solution alcoolique du corps libre donne : 1° par $PtCl^4$, en défaut, un précipité s'amassant rapidement en masse visqueuse $[(PtCl^4(C^{19}H^{25}Az^3O^5)^2]$; 2° par $PtCl^4$ en excès, un hémichloroplatinate $[PtCl^4(C^{19}H^{25}Az^3O^5)^2] + 2[PtCl^4(C^{19}H^{25}Az^2O^5)]$, poudre jaune ; 3° par $AuCl^3$, un dichloraurate vrai $[(AuCl^3)^2, C^{19}H^{25}Az^3O^5]$. Le chlorhydrate et l'azotate sont des masses visqueuses ; le premier donne au sein de l'eau, par $PtCl^4$ en défaut, un précipité rapidement visqueux $PtCl^6H^2(C^{19}H^{25}Az^3O^5)^2$.

» La jaborine et l'acide jaborique sont de grandeur moléculaire double. Ils résultent d'un mode de condensation spécial de la pilocarpine, condensation portant sur le groupe bétaïne. Une bétaïne n'est pas autre chose qu'un lactide

```
CO
 |   \ O   / CH³
 |      Az — CH³ ,
CH² /       \ CH³
```

qui, au lieu de passer d'emblée à la forme double

```
   / CH² — CO \
O               O,
   \ CO — CH² /
```

est stable sous sa forme primitive ; mais elle n'en a pas moins la propriété de se doubler. Ainsi sont engendrés de véritables dilactide et acide dilactique

```
      CH³ CH³ CH³                                
        \  |  /                                     
   CO / O Az \  C / CH³           COOH      COH / CH³
βPy \ |           |  \ βPy    βPy \ |          |  \ βPy
CH³ / C \ Az O / CO  ,        CH³ / C \ Az O / CO   .
         /  |  \                        /  |  \
      CH³ CH³ CH³                    CH³ CH³ CH³
```

Jaborine (dibétaïde).

Ac. jaborique (ac. dibétaïque).

» Ce qui est remarquable dans ces composés, ce n'est pas tant la stabilité relative de l'hexagone central avec HCl ; cette propriété est léguée à la jaborine et à l'acide jaborique par la pilocarpine dont le triangle résiste dans

les mêmes conditions; ce fait est dû à la proximité d'azotes pyridiques. C'est plutôt la physionomie nouvelle qu'y ont prise les groupements $-OAz(CH^3)^2$; ils fonctionnent ici comme de véritables -O- d'éthers salins et tendent à être inattaquables dans les mêmes conditions qu'eux par KOH. »

CHIMIE AGRICOLE. — *De l'absorption par les radicules de la betterave en végétation de première année, des bicarbonates de potasse et de chaux et de leur transformation en acides organiques en combinaison avec la potasse et la chaux répandues dans les différentes parties de la betterave en végétation.* Note de M. **H. Leplay.**

« Dans les différents Mémoires que j'ai présentés à l'Académie dans l'année 1882, j'ai fait dériver la formation des acides organiques que l'on rencontre en combinaison avec la potasse et la chaux dans les différentes parties de la betterave en végétation, racine, pétioles et feuilles, particulièrement l'acide oxalique et malique que l'on sait y exister, de la réduction de l'acide carbonique enlevé au sol par les radicules de la betterave à l'état de bicarbonates de potasse et de chaux.

» Certaines observations m'ont conduit à admettre que cette réduction pourrait bien être opérée pendant la végétation de la betterave sous l'influence d'un produit azoté résultant de l'absorption par les radicules du carbonate ou du bicarbonate d'ammoniaque dont le sol est constamment imprégné, en donnant naissance aux matières azotées et au nitrate de potasse, produits constants de la composition des betteraves.

» J'ai donné les formules chimiques et les équations qui pouvaient expliquer ces réactions entre ces différents principes fournis par le sol.

» MM. Berthelot et André, dans les observations qu'ils ont présentées à l'Académie sur ma réclamation de priorité relativement à la formation du nitrate de potasse dans la végétation, en rappelant les faits et les formules que j'ai indiqués, terminent ainsi: *Les chimistes et les botanistes apprécieront le mérite de ces conjectures* (1).

» En présence de cet appel fait par une voix aussi autorisée, je me suis demandé si je n'avais pas commis, à mon insu, une *hérésie scientifique;* si les faits sur lesquels je me suis appuyé étaient bien observés. J'ai cru devoir, pour éclairer la question, avoir recours à l'expérience directe.

---

(1) *Comptes rendus* du 1er décembre 1884.

» A cet effet, j'ai cultivé des betteraves dans du sable de Fontainebleau; ce sable a été préalablement chauffé au rouge pour le priver de tout organisme et de toute matière organique. Il a été ensuite mélangé, pour 100 parties, à 5 parties de carbonate de chaux, 1 partie de phosphate de chaux et 1 partie de sulfate de chaux.

» Le sol ainsi préparé a été mis à l'abri de la pluie, arrosé, pendant tout le temps de la végétation de la betterave, avec de l'eau distillée dans laquelle on a dissous, par 1000^{gr}, $0^{gr},100$ de bicarbonate de potasse, $0^{gr},100$ de bicarbonate d'ammoniaque, 100^{cc} d'eau saturée d'acide carbonique, 100^{cc} d'eau saturée de sulfate de chaux.

» On a fait sur les graines destinées à l'ensemencement les constatations suivantes : 100^{gr} de graines renferment 4340 graines contenant 15,20 pour 100 d'eau, soit en matière sèche $84^{gr},80$; 100^{gr} incinérées ont donné un résidu charbonneux qui, lessivé par l'eau distillée, a donné une dissolution de carbonate de potasse saturant 26° alcalimétriques de Gay-Lussac ou $1^{gr},30$ d'acide sulfurique monohydraté; le résidu, épuisé par le lavage, contenait une quantité de carbonate de chaux saturant 36°, soit $1^{gr},80$ d'acide sulfurique.

» Ces bases, combinées à l'acide carbonique dans le produit de l'incinération, se trouvaient dans la graine en combinaison avec des acides organiques, excepté la quantité de potasse qui pouvait s'y trouver à l'état de nitrate, sur laquelle je reviendrai.

» Le 29 mai 1885, le sable préparé comme il a été dit ci-dessus a été ensemencé avec les graines analysées. La germination a été assez longue, et la végétation des jeunes betteraves très languissante.

» Le 4 août, c'est-à-dire trente-six jours après l'ensemencement, vingt-deux betteraves ont été arrachées, desséchées à 110°; racines et feuilles comprises, elles ont donné ensemble :

Matière sèche	$1^{gr},818$
Incinérées, elles ont donné, en titre soluble potasse	3°,40
» » en titre insoluble chaux	3°,60

» La végétation a continué sur les betteraves non arrachées; elle est restée très languissante : il ne s'est développé sur chaque betterave que six à huit feuilles; lorsqu'il s'en formait de nouvelles au centre, les feuilles extérieures jaunissaient et tombaient; à la fin d'octobre, c'est-à-dire après cent cinquante jours de végétation, dix betteraves ont été récoltées : elles pesaient ensemble, avec leurs feuilles, $72^{gr},50$. Les racines entraient, dans

ce poids, pour 19gr,50, et les feuilles pour 53gr. Analysées comme les premières, elles ont donné

	Dans les racines.	Dans les feuilles.
Matière sèche pour 100gr humide	10gr,60	9gr,75
Incinérées, elles ont donné pour 100gr, titre potasse	12°,40	8°,33
» » titre chaux	8°,36	13°,16

» Le Tableau suivant résume les nombres obtenus de ces analyses, ramenés à 100 graines, par conséquent à 100 betteraves. Si l'on en déduit les nombres fournis par les graines, on constate les effets produits par la végétation au point de vue de la production de la matière sèche et des acides organiques en combinaison avec la potasse et avec la chaux, absorbés par les radicules à l'état de bicarbonates de ces bases.

Composants pour 100 betteraves.	Dans 100 graines de betteraves avant l'ensemencement.	Dans 100 betteraves après 36 jours de végétation dans les racines et feuilles.	Produit net de la végétation après 36 jours dans les racines et feuilles.	Dans 100 betteraves après 150 jours — dans les racines.	Dans 100 betteraves après 150 jours — dans les feuilles.	Total dans 100 betteraves après 150 jours de végétation dans les racines et feuilles.	Produit net de la végétation en 150 j., ensemble dans les racines et feuilles.
Matière sèche	1gr,953	8gr,263	6gr,310	20gr,670	51gr,670	72gr,345	70gr,392
Titre potasse	0°,599	15°,454	14°,855	24°,180	44°,149	68°,329	67°,730
Titre chaux	0°,829	16°,363	15°,534	16°,302	69°,748	86°,050	85°,221

» Si l'on ramène les nombres contenus dans ce Tableau à 1 de chaque matière contenue dans la graine, on trouve qu'il s'est développé :

	En 36 jours.	En 150 jours.
En matière sèche dans les racines et feuilles pour 1gr	3gr,144	35gr,687
En acides organiques en combinaison avec la potasse, pour 1°	24°,799	113°,071
» » » avec la chaux, pour 1°	18°,738	102°,799

» Si l'on ramène ces nombres à une récolte de 1kg de racines ayant la même composition que les dix betteraves analysées et, par conséquent, ayant en feuilles 2kg,710, on trouve qu'il aurait été enlevé au sol par les radicules de la betterave pendant 150 jours de végétation :

	gr	
En potasse restée dans les racines	5,947	soit ensemble 16gr,771
» accumulée dans les feuilles	10,824	
En chaux restée dans les racines	2,405	soit ensemble 12gr,616
» accumulée dans les feuilles	10,211	

et qu'il s'est développé en même temps en acides organiques provenant des

bicarbonates du sol absorbés par les radicules l'équivalent en acide sulfurique (SO^3HO) de $39^{gr},509$.

» La conclusion rigoureuse à tirer de ces expériences, c'est que les bases potasse et chaux, contenues dans le sol à l'état de bicarbonates, sont absorbées par les radicules de la betterave pendant sa végétation, et qu'elles se retrouvent dans les racines et dans les feuilles en combinaison avec des acides organiques, formés par la réduction de l'acide carbonique en combinaison avec ces bases, comme je l'ai indiqué dans les différents Mémoires que j'ai présentés à l'Académie des Sciences pendant l'année 1882. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la mesure superficielle des parties souterraines des plantes*. Note de M. AIMÉ GIRARD, présentée par M. Schlœsing.

« Le développement considérable que prennent, à travers le sol, les racines et les radicelles des plantes a, depuis longtemps, fixé l'attention des physiologistes. Plusieurs ont cherché à en déterminer l'étendue, notamment MM. Schübart, Nobbe, Hellriegel, etc.; mais, jusqu'ici, c'est à la mesure de ce développement en longueur que les recherches ont été limitées.

» Cependant, et quoique ce soit aujourd'hui chose démontrée que les racines des plantes n'interviennent que par leurs régions terminales aux phénomènes principaux d'absorption, il m'a semblé qu'il y aurait intérêt à constituer un procédé qui permît de mesurer la surface de ces organes, ne fût-ce qu'au point de vue des échanges gazeux auxquels la racine tout entière paraît prendre part, ou bien même au point de vue de la mesure des parties auxquelles les poils radiculaires donnent l'activité vitale.

» Hales s'était déjà préoccupé de la solution de ce problème, et il y avait employé le procédé de la mesure directe en longueur et en diamètre des racines des plantes; long et pénible, ce procédé de mesure ne saurait être employé que dans des cas tout à fait exceptionnels.

» J'ai cherché cette solution dans une autre voie. J'ai pensé qu'en enrobant les racines des plantes d'une substance facile à en détacher après l'enrobage, facile à peser également, je pourrais, si toutefois le dépôt de la matière à la surface des racines avait lieu en couche régulière et d'une épaisseur constante, déduire, du poids constaté, la mesure de la surface enrobée. J'ai, dans ce but, essayé d'abord nombre de substances liquides : solutions salines, glycérine, huiles, solutions gommeuses, etc. : la rapidité

des échanges osmotiques entre le liquide et la racine a dû m'y faire renoncer, et c'est à l'enrobage au moyen de produits solides formés d'éléments de très petites dimensions, de forme invariable d'ailleurs, que j'ai définitivement eu recours. Certaines matières amylacées, l'amidon de riz notamment, y conviennent fort bien; mais c'est avec la fleur de soufre que j'ai obtenu les résultats les meilleurs, et c'est à l'emploi de cette matière que je me suis arrêté.

» Les racines et les radicelles des plantes, j'entends celles de petit diamètre, que l'on ne peut que difficilement mesurer à la règle et qui forment le chevelu des jardiniers, lorsqu'on les brasse, légèrement mouillées, au milieu d'une masse de fleur de soufre suffisante pour les recouvrir largement, s'enrobent par toutes les parties de leur surface et se couvrent d'une gaine jaune dont une portion, d'épaisseur sensiblement constante, adhère seule à la surface; dont l'autre, d'épaisseur variable avec la quantité d'eau dont les racines étaient couvertes, en peut être aisément détachée par le choc.

» Jetées sur un tamis métallique, les racines ainsi enrobées sont alors battues jusqu'à ce que, de leur surface, le soufre adhérent refuse de se détacher: autour de chaque racine ou radicelle, le soufre forme alors une bague de $\frac{4}{100}$ de millimètre d'épaisseur environ, d'une régularité satisfaisante et formée toujours de deux ou trois utricules de soufre mesurant chacun de $\frac{1}{100}$ à $\frac{2}{100}$ de millimètre, et empilés les uns sur les autres. Plongées ensuite dans l'eau additionnée de 10 pour 100 d'alcool, les racines ou radicelles abandonnent aisément le soufre dont elles sont vêtues, soufre qu'il n'y a plus qu'à recueillir et à peser, après dessiccation, sur un filtre taré.

» Pour établir la valeur pratique de ce procédé, comme aussi pour reconnaître l'étendue superficielle que peut couvrir un poids donné de soufre, j'ai pris, d'un côté, des racines de poireaux et de jacinthes, racines que, sur une longueur de $0^m,10$ à $0^m,15$, il est aisé d'obtenir sous forme cylindrique; d'un autre, de jeunes souches de betteraves et de carottes à peau lisse et de forme régulièrement conique; à l'aide des longueurs et des diamètres mesurés à la règle ou bien au micromètre, j'ai calculé la surface géométrique de ces racines et de ces souches, et j'ai ensuite soumis les unes et les autres au procédé d'enrobage que je viens d'indiquer.

» Les résultats obtenus sont résumés dans le Tableau ci-après :

	Surface à enrober mesurée géométriquement.	Poids de soufre recueilli à chaque enrobage.	Surface couverte par 1gr de soufre à chaque enrobage.	Surface enrobée calculée d'après la moyenne des poids de soufre.
	cq	gr	cq	cq
Racines de poireaux	207	1,222	170	244
»	»	1,020	200	204
Racines de jacinthes	46	0,238	192	47
»	»	0,214	214	43
Racines de poireaux	590	2,758	210	552
»	»	2,870	200	574
Racines de jacinthes	130	0,685	189	137
Racines de poireaux	302	1,693	180	338
»	»	1,546	200	309
Souches de petites betteraves	20	0,114	176	23
»	117	0,518	225	104
Souches de petites carottes	78	0,351	222	71
»	»	0,368	212	74
»	52	0,233	223	47
»	»	0,248	200	50
		Moyenne	200	

» Ces résultats sont certainement aussi satisfaisants qu'on le pouvait espérer. Ils montrent qu'il est possible d'obtenir la mesure superficielle des parties souterraines des plantes, avec une approximation de $\frac{10}{100}$ environ soit en dessus, soit en dessous.

» Cette approximation cependant, on ne saurait l'atteindre qu'en apportant à la pratique du procédé des soins méticuleux, et ce sera pour l'opérateur qui voudra appliquer celui-ci une précaution indispensable que de s'y exercer à l'avance sur des racines de surface géométrique mesurable. Il devra tenir compte alors des conditions suivantes : les racines doivent être humides, mais non pas noyées d'eau; la fleur de soufre doit avoir été vérifiée quant à sa faculté enrobante, et c'est du même échantillon qu'il convient de faire toujours usage; le battage sur le tamis doit surtout être l'objet d'un apprentissage soigné; une opération mal conduite peut, en effet, laisser à la surface des racines deux ou trois fois plus de soufre que celles-ci n'en doivent, en réalité, retenir; l'immersion dans l'eau alcoolisée, l'enlèvement des racines débarrassées de soufre par cette eau doivent avoir lieu à l'aide de pinces, et non à la main, sur laquelle la fleur de soufre se fixe avec facilité : souvent, en un mot, l'opérateur rencontrera des causes d'erreur dont il devra se méfier, que la pratique le mettra

bientôt à même d'éviter, mais qui, une fois qu'il s'en sera rendu maître, lui permettront d'effectuer d'intéressantes mesures de la surface développée dans le sol par les parties souterraines des plantes. »

GÉOLOGIE. — *Nouvelles observations sur les bilobites jurassiques.* Note de M. STAN. MEUNIER.

« Depuis ma précédente Communication (¹), j'ai pu continuer l'étude des curieux vestiges, si analogues aux bilobites siluriennes, que renferment les couches jurassiques d'Equihen (Pas-de-Calais). Je dois dire d'abord que M. le professeur Bureau a bien voulu m'informer que des échantillons du même genre existaient déjà dans la Collection de botanique du Muséum, où ils ont été déposés par M. Danguy. Ils avaient été ramassés parmi des matériaux épars sur le port de Boulogne et personne n'en savait le gisement, que j'ai été le premier à signaler.

» La roche qui contient les bilobites est en général beaucoup moins gréseuse que calcaire : parfois c'est un beau calcaire presque lamellaire renfermant seulement une très faible quantité de sable.

» En poursuivant mes études, j'ai reconnu que les singuliers fossiles dont il s'agit sont plus variés qu'il ne semblait tout d'abord.

Genre TIGILLITES, Marie Rouault. — (*Scolythus*, Haldeman).

« *Tigillites Derennesi*, Stan. Meun. — Corps cylindriques fichés perpendiculairement aux couches du terrain. Diamètre variant, suivant les individus, de 3^{mm} à 6^{mm}, dont la surface extérieure présente des stries perpendiculaires à la longueur et inégalement espacées. Ce *Tigillites* est loin d'être rare; il arrive d'en trouver un grand nombre réunis sur une même plaque.

Genre CROSSOCHORDA, Schimper (*Cruziana*, A. d'Orbigny).

» *Crossochorda Boursaulti*, Stan. Meun. — A la description que j'en ai déjà donnée il convient d'ajouter quelques détails. Les deux lobes, sur les bons échantillons, sont striés de la manière la plus régulière. Un des spécimens de M. Danguy montre avec une netteté parfaite des entre-croisements, sans confusion d'empreintes, avec persistance des reliefs superposés. La largeur n'est pas absolument constante et varie de $3^{mm},5$ à 9^{mm}. C'est le long du plus gros individu que le sable a été ridé par le ruissellement de l'eau et l'échantillon montre que la bilobite devait être en relief à la

(¹) *Comptes rendus*, t. CII, p. 1122, séance du 17 mai 1886.

face supérieure du banc auquel elle adhère : conséquence très grave pour le débat que ces fossiles ont soulevé.

» *Crossochorda Bureauana,* Stan. Meun. — Je distingue sous ce nom des échantillons qui me paraissent se séparer des précédents par un caractère important. Il s'agit d'une disposition articulée qui débite les deux lobes en segments successifs de 4^{mm} à 7^{mm} de longueur. Sur chacun des segments, des stries obliques se poursuivent d'ailleurs comme chez *C. Boursaulti*. Ce *Crossochorda,* fréquemment coudé, est bien plus rare que le précédent.

Genre Equihenia, nobis.

» *Equihenia rugosa,* Stan. Meun. — C'est une grosse bilobite qu'on ne peut confondre à première vue ni avec les *Crossochorda* ni avec aucune autre forme décrite. Je n'en possède qu'un échantillon. Nettement divisée en deux lobes longitudinaux par une ligne peu profonde, elle a 16^{mm} de largeur moyenne. Les lobes sont plats et même déprimés en quelques points. Des stries nombreuses les recouvrent, rugueuses et peu régulières.

Genre Eophyton, Torell.

» *Eophyton Danguyanum,* Stan. Meun. — Parmi les échantillons dont je dois la connaissance à M. Danguy, se trouvent des empreintes appartenant évidemment à des *Eophyton* et présentant notamment la plus étroite analogie avec ceux de Lugnas (Suède) dont M. Bureau a bien voulu mettre en même temps des spécimens à ma disposition. L'un des échantillons du Boulonnais mesure 53^{mm} de longueur et 8^{mm} de largeur moyenne. Fortement en relief sur la roche, il est longitudinalement strié de côtes qui vont en s'éloignant les unes des autres, à mesure que l'échantillon s'élargit et entre lesquelles apparaissent d'autres côtes : ce qui paraît bien difficile à concilier avec l'hypothèse proposée à l'égard des Eophyton par M. Nathorst.

» Un autre exemplaire, beaucoup plus saillant encore, se termine en massue d'une manière très brusque. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'existence de l'*Éocène inférieur *dans la Chalosse et sur la position des couches de Bos-d'Arros.* Note de MM. **Jacquot** et **Munier-Chalmas**, présentée par M. Hébert.

« Les couches exploitées pour le marnage des terres sur différents points de la Chalosse, à Coudures, Sainte-Colombe, Horsarrieu, Doazit, Saint-Aubin, etc., sont caractérisées, comme on le sait, par un Crustacé très commun, *Xanthopsis Dufourii*. Elles ont été pendant longtemps considérées comme formant la base du terrain tertiaire de cette région, par MM. Delbos, Tournouër, etc.; mais, dès 1879, M. Hébert faisait remarquer qu'à Louer, près du pont du Louts, elles sont superposées à des calcaires renfermant un Échinide particulier, *Oriolampas Michelini*.

» Les explorations entreprises par l'un de nous, pour l'exécution de la Carte géologique de France, ont permis de compléter cette observation, en démontrant qu'il existe, au-dessous des strates à *Xanthopsis Dufourii*, plusieurs assises qui étaient passées jusqu'ici inaperçues ou qui avaient été mal classées.

» La constitution du sol de la Chalosse ne se présente pas dans des conditions très favorables aux études stratigraphiques. En effet, les protubérances, crétacées et éocènes qui la sillonnent suivant une direction parallèle à l'axe de la chaîne des Pyrénées, sont recouvertes par les sables du Miocène moyen qui sont très développés sur ce point. Ils forment un épais manteau, qui ne laisse apercevoir les couches tertiaires et crétacées que par quelques pointements isolés, et le plus souvent leur existence n'est révélée que par les exploitations auxquelles elles donnent lieu; dès lors leurs rapports stratigraphiques sont très difficile à établir.

» Les assises appartenant à l'Éocène inférieur forment une ceinture accusée par de nombreux témoins jalonnés sur les flancs est, sud et ouest de la protubérance crétacée qui s'étend au Midi de Saint-Sever entre Hauriet et Buanes. Elles sont comprises entre les couches les plus élevées du Danien et les marnes à *Xanthopsis Dufourii*, ce qui les place nécessairement à la base de la série tertiaire. On observe de bas en haut la succession suivante :

» 1° *Des calcaires sableux glauconieux* qui sont visibles seulement sur 2^m d'épaisseur, dans la tranchée de la route de Saint-Sever à Eugénie-les-Bains, au bas de la côte de Buanes et dans lesquels on rencontre *Nummulites planulata*, *Nummulites* sp., *Alveolina oblonga*, *Turritella* sp.

» Au pont de Louer, dans ces assises qui ne renferment pas de Nummulites, M. Hébert a découvert *Oriolampas Michelini;*

» 2° *Des grès siliceux plus ou moins grossiers*, qui ne renferment pas de fossiles, se montrent au-dessus des couches que nous venons de décrire.

» Leur position stratigraphique dans la série tertiaire a été l'objet des appréciations les plus diverses; comme ils ont été démantelés par la mer miocène et qu'on les trouve fréquemment en lambeaux plus ou moins volumineux pointant à travers les sables miocènes, et même en blocs à angles émoussés dans le diluvium, on a été porté en général à les rajeunir beaucoup trop et à les placer quelquefois jusque dans les sables des Landes. La vérité est qu'ils accompagnent *la série nummulitique inférieure* dans tous les gisements où on les connaît. Ils forment ainsi une ligne qui circonscrit d'une manière très évidente le bombement crétacé qui passe par Sar-

raziet, Coudures, la métairie de Nauton au sud de Dumes, Saint-Aubin, la source de la Peyradère et les métairies de Marquine et de Labarrère à l'ouest d'Hauriet. L'éocène inférieur se prolonge encore dans la vallée du Louts, à l'ouest de la ligne dont nous venons de parler. On y rencontre, en effet, de nouveau, des affleurements de grès tant à Sainte-Marie et au Bulcheron que près du pont de Louer, où on les voit d'ailleurs nettement superposés aux calcaires à *Oriolampas Michelini*.

» La même observation peut se faire dans la tranchée de la route de Buanes. Un peu plus loin, à l'ouest de l'église de Classun, ces grès sont recouverts par les assises dont il va être question.

» 3° Une série de calcaires blancs, compacts ou glauconieux et légèrement sableux, se montre au-dessus des grès; ils sont encore caractérisés par *Alveolina oblonga, Nummulites Murchisoni, Nummulites planulata* (très rare) et par de nombreux Echinides : *Maretia Jacquoti*, Cotteau, *Cassidulus Dubaleni*, n. sp., *Schizaster Pyrenaicus*, n. sp. Les principales localités où l'on peut les observer sont : la carrière de Labaraque à Classun, la tranchée du petit bois du moulin de Baziou, le coteau de Laroche au bas de Sarraziet, la carrière des Candelous à Larbey, enfin celle de Duport à Sainte-Marie dans la vallée du Louts.

» Les assises que nous venons d'étudier sont de l'âge des sables de Cuise; elles appartiennent par conséquent à la partie la plus élevée de l'Éocène inférieur. Mais nous devons faire remarquer qu'il existe entre le Danien et les dépôts à *Alveolina oblonga* des couches dont on ne peut évaluer l'épaisseur ; car, par suite de la grande extension des sables du miocène moyen, le contact entre les terrains crétacé et tertiaire n'a pu encore être vu.

» L'Éocène moyen et l'Éocène supérieur ont été décrits et étudiés en détail par M. Hébert dans son travail sur la Chalosse.

» Nous terminerons en faisant remarquer que les *marnes de Bos-d'Arros*, qui sont encore considérées par la majorité des géologues comme correspondant à la partie moyenne des falaises de Biarritz, sont en réalité inférieures. Elles sont caractérisées par des Nummulites qui appartiennent soit à des espèces de l'Éocène moyen (*Numm. exponens, Numm. irregularis*), soit à des formes spéciales, différentes des espèces de l'Éocène supérieur. Au point de vue stratigraphique, elles paraissent nettement plonger sous les grès de Furne et les poudingues de *Palassou*.

» Les couches de Bos-d'Arros doivent, suivant nos observations, être comprises entre les assises qui constituent *les falaises de Biarritz* et les cal-

caires à *Conoclypus* et *Nummulites aturica;* elles doivent donc être rangées *à la partie supérieure de l'Éocène moyen.* »

M. **L.-V. Mimault** demande l'ouverture d'un pli cacheté déposé par lui le 5 juin 1876 et dont le dépôt a été accepté.

Ce pli, inscrit sous le n° 3011, est ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel; il contient deux Notes intitulées : « Systèmes télégraphiques multiples, imprimeurs et écrivants, basés sur des combinaisons mécaniques ou graphiques provenant de $(x+1)^m$ », et « Systèmes télégraphiques multiples, imprimeurs et écrivants, basés sur les combinaisons de la progression 1 : 2 : 4 : 8 : 16, ... ».

M. **J. Bazet** adresse un Mémoire portant pour titre : « Système hydrodynamique. »

MM. **J. Ballot, d'Adhémar** et **de Chonski** adressent une Note « Sur la conservation des viandes crues ou cuites, peaux, cuirs, pièces anatomiques, etc. ».

M. **L. Sandras** adresse une Lettre relative « aux modifications qu'il est possible d'obtenir sur la voix humaine au moyen des inhalations ».

La séance est levée à 4 heures trois quarts. A. V.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 31 mai 1886.

De la désinfection des wagons ayant servi au transport des animaux sur les voies ferrées; par le Dr P. Redard. Paris, O. Doin, 1885; in-8°. (Renvoi au concours des Arts insalubres.)

Mémoire sur l'emploi du fer et de l'acier dans les constructions; par M. Considère. Paris, Dunod, 1886; in-8°. (Présenté par M. Cornu pour le concours Ponti.)

Traité pratique des maladies des pays chauds (maladies infectieuses); par le Dr F. Roux. Paris, G. Steinheil, 1886; in-8°. (Renvoi au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Hygiène des maternités; par le Dr ORÉ. Paris, J.-B. Baillière, 1886; in-8°. (Renvoi au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Étude sur les hôpitaux d'isolement en Angleterre; par A. LUTAUD *et* W. DOUGLAS HOGG. Paris, J.-B. Baillière, 1886; in-8° relié. (Renvoi au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Absorption de l'oxyde de carbone dans l'organisme vivant. — Nouvelles recherches sur l'élimination de l'oxyde de carbone, après un empoisonnement partiel; par M. N. GRÉHANT. Paris, 1879-1886; in-8°. (Renvoi au concours Montyon, Physiologie expérimentale.)

Recherches sur la respiration et la circulation; deuxième et troisième Articles, par L. FRÉDÉRICQ. Gand, impr. Vanderpoorten, 1885; in-8°. (Renvoi au concours Montyon, Physiologie expérimentale.)

Notes à propos du choléra; par P.-R. POUJADE. Montauban, impr. Montalbanaise, 1886; br. in-8°. (Renvoi au concours Bréant.)

Histoire de l'épidémie cholérique de 1884; *par le* Dr L.-H. THOINOT. Paris, G. Steinheil, 1886; in-8°. (Présenté par M. Marey pour le concours Bréant.)

Des névrites périphériques chez les tuberculeux. — Contribution à l'étude des névrites périphériques. — Contribution à l'étude des névrites périphériques non traumatiques. — Altérations des nerfs périphériques dans deux cas de maux perforants plantaires, etc. *— Contribution à l'étude des gangrènes massives des membres d'origine névritique. — Contribution à l'étude de la névrite segmentaire; par* MM. PITRES *et* VAILLARD. Paris, 1883-1886; 6 br. in-8°. (Renvoi au concours Lallemand.)

Recherches sur la théorie des réfractions astronomiques. — Tables de l'intégrale $\Psi(z) = e^{z^2}\int_z^\infty e^{-t^2}dt$; *par* M. R. RADAU. Sans lieu ni date; 2 br. in-4°. (Renvoi au concours Bordin.)

L'épiplasme des ascomycètes et le glycogène des végétaux. — Sur le glycogène chez les mucorinées. — Sur le glycogène chez les basidiomycètes. — Sur l'existence du glycogène dans la levure de bière, etc.; *par* M. L. ERRERA. Bruxelles et Leipzig, 1882-1886; 6 br. in-8° et in-4°. (Renvoi au concours Desmazières.)

Quelques espèces de champignons nouvellement observées dans le Jura, dans les Vosges et dans les environs de Paris. — Quelques espèces nouvelles de champignons. — Diagnoses nouvelles de quelques espèces critiques de champignons. — Quelques espèces critiques ou nouvelles de la flore mycologique de France. — Aperçu des qualités utiles ou nuisibles des champignons. — Enchiridion fungorum in Europa media et præsertim in Gallia vigentium, etc.; *par* M. L.

QUÉLET, 1877-1886; br. in-8° et vol. in-18 relié. (Renvoi au concours Desmazières.)

Annuaire de la Marine et des Colonies, 1886. Paris, Berger-Levrault, 1886; in-8°.

Bulletin de la Société zoologique de France pour l'année 1886; première, deuxième et troisième Parties. Paris, au siège de la Société, 1886; in-8°.

Annales de la Société géologique de Belgique; t. XII, 1884-1885. Liège, Decq et Nierstrasz; Paris, F. Savy, 1884-1885; in-8°.

Traité de Mécanique; par ED. COLLIGNON; cinquième Partie. Paris, Hachette, 1886; in-8°.

Notes géologiques sur la Sibérie orientale. — Étude microscopique de quelques verres artificiels; par M. CH. VÉLAIN. Lagny, impr. Aureau, 1886; 2 br. in-8°. (Présentées par M. Hébert.)

Études sur l'économie nationale de la Russie; par W. BESOBRASOF; t. II, première et seconde Parties. Saint-Pétersbourg, 1886; 2 vol. in-8°. (La seconde Partie est en double exemplaire.)

Notice sur la vie et les travaux de François-Joseph Lionnet; par A. MARRE. Rome, impr. des Sciences mathématiques et physiques, 1885; in-4°.

Sulle eruzioni centrale ed eccentrica dell' Etna scoppiate il di 18 *e* 19 *maggio* 1886. *Rapporto al R. Governo di* O. SILVESTRI. Catania, C. Galatola, 1886; br. in-8°. (Présenté par M. Daubrée.)

Sulla esplozione eccentrica dell' Etna avvenuta il 22 *marzo* 1883, etc. *Saggio di nuovi studi di* O. SILVESTRI. Catania, C. Galatola, 1884; gr. in-8°. (Présenté par M. Daubrée.)

Denkschriften der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften; L Band. Wien, 1885; in-4°.

Publicationen des astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam, herausgegeben von Director H.-C. VOGEL; Band V. Potsdam, 1886; in-4° cartonné.

Annalen der schweizerischen meteorologischen Central-Anstalt, 1884. Zurich, 1886; in-4°.

Verhandelingen der koninklijke Akademie van Wetenschappen. Afd. Natuurkunde : deel XXIV; *afd. Letterkunde :* deel XVI. Amsterdam, J. Müller, 1886; 2 vol. in-4°.

Verslagen en mededeelingen der koninklijke Akademie van Wetenschappen. Afdeeling Letterkunde. Derde reeks, Deel II; *afdeeling Natuurkunde.* Derde reeks, Deel I. Amsterdam, J. Müller, 1885; 2 vol in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 7 JUIN 1886.

PRÉSIDENCE DE M. JURIEN DE LA GRAVIÈRE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Notice de M. **Halphen** *sur les Œuvres de M.* Bouquet (Jean-Claude), *membre de l'Académie des Sciences.*

« M. Bouquet naquit à Morteau, en Franche-Comté, le 7 septembre 1819. Remarqué, de bonne heure, pour sa vive intelligence, il quitta l'école du village, et de brillantes études le conduisirent bientôt à l'École Normale supérieure. Tour à tour professeur de Lycée et de Faculté, à Marseille et à Lyon, puis à Paris, il a laissé dans l'enseignement des traces profondes, dans le cœur de ses élèves des souvenirs touchants. On ne saurait lire sans émotion la Notice où l'un de ces élèves, M. Jules Tannery ([1]), a dépeint le dévouement, la générosité, le zèle infatigable, le talent élevé du professeur. L'Académie doit surtout conserver le souvenir du savant. Quoique M. Bouquet « aimât l'enseignement autant que la Science ([2]) », ne parlons ici que de ses écrits scientifiques.

([1]) *Mémorial de l'Association des anciens Élèves de l'École Normale.*

([2]) Notice de M. Tannery.

» Après une excellente Thèse sur le calcul des variations (n° 1), il composa, en 1846, des *Remarques sur les systèmes de droites dans l'espace* (n° 2); cette œuvre d'un débutant est devenue classique. La même année, sous un titre modeste, *Note sur les surfaces orthogonales* (n° 3), il publia un nouveau travail, qui fut l'origine de recherches importantes, poursuivies successivement par MM. Bonnet, Darboux, Maurice Lévy, Cayley.

» C'est maintenant un fait bien établi que la découverte générale des systèmes de coordonnées curvilignes orthogonales dépend de l'intégration d'une équation aux dérivées partielles du troisième ordre; M. Darboux l'a prouvé, le premier, en 1866. Il s'en faut de bien peu que M. Bouquet ne parvienne, du premier coup, vingt ans plus tôt, à ce beau théorème; mais, uniquement préoccupé de corriger l'erreur d'un illustre géomètre (1), il se contente d'un cas particulier et semble méconnaître la force de sa propre analyse, si ingénieuse pourtant et si bien appropriée au sujet. L'allure trop réservée, presque timide, de cette simple *Note* a pu, un instant, dissimuler sa grande valeur : ainsi, sans doute, s'explique l'étrange méprise d'un mathématicien célèbre, publiant, quelques mois après, un *Mémoire* (2) sur le même sujet et provoquant une comparaison qui n'est pas à son avantage. Parmi tant d'œuvres si propres à assurer sa renommée, M. Serret a dû regretter de ne pouvoir supprimer ces quelques pages hasardeuses. Ne le regrettons pas trop : si le passé nous dérobait ses faiblesses, nous apprécierions moins bien ses mérites, tant la vérité mathématique, une fois connue, paraît aisée et naturelle!

» En voici une preuve éclatante. Est-il, dans l'enseignement d'aujourd'hui, rien de plus clair et de plus simple que le théorème de Cauchy sur la série de Taylor? Si les sources disparaissaient, pourrait-on imaginer que, dans cette même année 1846, quatorze ans après avoir trouvé ce théorème, l'un des plus beaux de toute l'Analyse, Cauchy était encore incapable de l'énoncer nettement, et soutenait contre M. Lamarle une interminable polémique, une misérable querelle de mots (3)?

» M. Bouquet aimait la précision; il résolut de la mettre dans la théorie de Cauchy, et cette triste polémique pourrait bien être l'origine des travaux les plus considérables de notre auteur. Ces travaux, il ne les fit pas seul.

---

(1) M. Chasles.

(2) *Mémoire sur les surfaces orthogonales*, par M. J.-A. Serret (*Journal de Mathématiques*, 1re série, t. XII, p. 241; année 1847).

(3) Dans les t. XI et XII du *Journal de Mathématiques*.

A Lyon, où il enseignait alors, il retrouva un ancien camarade de l'École Normale, qui devint, pour la vie, son ami et son collaborateur. Dès lors, les noms de Briot et Bouquet sont inséparables.

» En 1853, les deux amis publient leur premier Mémoire commun (n°s 9, 10). Ils ont su élucider le théorème en litige, ils avancent hardiment sur la terre nouvelle découverte par Cauchy. Dans ce début, la hardiesse est presque téméraire; on tremble de les voir toucher si tôt à tant de points délicats. Mais n'ayons crainte : ils sauront plus tard faire disparaître quelques légères taches et, quand viendra l'œuvre définitive, on n'aura plus qu'à admirer l'enchaînement et la clarté d'une analyse irréprochable. De ce Mémoire on ne parle plus guère; mais on l'enseigne tout entier.

» Poursuivant leurs études sur Cauchy, MM. Briot et Bouquet voulurent perfectionner aussi l'analyse si neuve, par laquelle l'illustre géomètre avait, pour la première fois, démontré, dans les équations différentielles, l'*existence de l'intégrale*. Ce but atteint, ils ne s'y bornèrent pas et, en examinant « les diverses particularités que peut présenter l'équation [1] », ils ont ouvert la voie aux recherches d'aujourd'hui, celles qui concernent les points singuliers des équations différentielles. Aussi les géomètres reconnaissent-ils, dans leur second Mémoire (n°s 11 et 12), avec toutes les qualités qui brillaient dans le premier, une qualité nouvelle, la plus prisée sans doute, l'originalité, la véritable invention.

» En écrivant, sur ce Mémoire, un Rapport approbatif, Cauchy ne semble pas avoir pressenti l'avenir réservé à ce genre de recherches. « MM. Briot » et Bouquet », dit ce Rapport, « ont ajouté des développements utiles et des » perfectionnements nouveaux, dignes de remarque, à la théorie si impor» tante de l'intégration par série des équations différentielles ». Nous emploierions maintenant d'autres termes; nous dirions qu'ils étudient la nature de la fonction en un point singulier : ce n'est pas un simple changement dans le langage, mais dans les idées. Ce changement, MM. Briot et Bouquet le concevaient parfaitement; ils savaient fort bien que l'étude des points singuliers peut conduire à la connaissance de l'intégrale : ils le montrèrent dans un troisième Mémoire (n°s 13, 14), où ils se proposaient de chercher, par ce moyen, dans quel cas l'intégrale est une fonction monodrome. Cauchy comprit enfin ce qui lui avait d'abord échappé. « C'est », dit son nouveau Rapport, « un véritable progrès dans la haute Analyse et le

---

(1) Notice de M. Bouquet; 1870.

» Calcul infinitésimal, que d'être parvenu, comme l'ont fait MM. Briot et Bou-
» quet, à intégrer sous forme finie un grand nombre d'équations du genre
» de celles que nous venons de mentionner. » Il s'agit d'équations différentielles algébriques où la variable indépendante ne figure pas explicitement, et le problème, en somme, est celui de l'inversion des intégrales elliptiques. Le choix de l'exemple, auquel ils appliquent leur méthode originale, diminue malheureusement la valeur définitive de ce troisième Mémoire, bien propre toutefois à éclairer le précédent, et que nous devons regarder comme une pièce historique d'un haut intérêt.

» Le désir de réunir et de développer encore ces belles recherches était bien naturel; mais, pour en accroître l'importance, il fallait en faire quelque grande application.

» Depuis quelques années, les leçons orales de M. Liouville, les travaux de M. Hermite, certains écrits de Cauchy lui-même et un Mémoire célèbre de Riemann, en jetant un jour inattendu sur les fonctions elliptiques, les montraient liées étroitement aux doctrines nouvelles. Ces liens aujourd'hui nous sont familiers; parfois même on se surprend à douter, en dépit de l'histoire, qu'ils n'aient pas existé toujours. Quand, par exemple, M. Hermite imagine d'intégrer le long d'un parallélogramme des périodes, ne semble-t-il pas que, des deux théories, celle des intégrales imaginaires, celle des fonctions doublement périodiques, l'une a été créée pour l'autre? Il n'en est rien cependant : nées séparément, grandies, toutes deux, par leur union, ces deux théories sont aussi, comme MM. Briot et Bouquet, deux collaborateurs qui s'entendent à merveille.

» Un Traité des fonctions elliptiques, fondé sur la théorie des imaginaires, c'était, on le voit, l'œuvre qui s'imposait et dont le succès consacra la réputation de MM. Briot et Bouquet. Il parut en 1859; l'édition fut rapidement épuisée. La seconde édition, de 1875, est vraiment une œuvre nouvelle, dont « la première », a-t-on dit avec justesse, « peut, tout au plus,
» être considérée comme un abrégé (¹) », œuvre considérable, qui a rendu aux géomètres d'inappréciables services. C'est, avant tout, un monument élevé à la gloire de Cauchy. « Dans quelques Ouvrages », dit avec discrétion la Préface, « on ne rend pas à Cauchy la justice qui lui est due ». Ne soyons pas moins discrets et contentons-nous de rendre hommage aux sentiments élevés qui inspirent les auteurs. Tout, dans leur œuvre, est calculé pour établir la puissance des nouvelles théories, auxquelles, dans

---

(¹) DARBOUX, *Bulletin des Sciences mathématiques et astronomiques,* t. VI, p. 65.

mainte occasion, ils apportent, sans presque le dire, de notables perfectionnements.

» Ces procédés de composition, en forme de thèse, ont un défaut : ils sacrifient la vérité historique. En réalité, c'est avec les ressources antérieures de l'Analyse, et sans Cauchy, que les fonctions elliptiques ont été si merveilleusement créées; et le lecteur ne l'apprend pas dans le Livre de MM. Briot et Bouquet. Mais ce n'est pas seulement comme Traité des fonctions elliptiques qu'il faut juger un tel Ouvrage. A ce point de vue déjà, étant unique dans notre langue, il fut éminemment utile. C'est comme Traité de la théorie des fonctions qu'il prit dès son apparition, et qu'il conserve aujourd'hui, une importance exceptionnelle.

» Une suite naturelle, annoncée même par le dernier Livre, était attendue et vivement désirée : nos désirs ne furent pas déçus, et le Traité des fonctions abéliennes vint bientôt répondre à notre attente; mais c'est M. Briot qui le fit seul. Le collaborateur fidèle n'en est pas absent toutefois, et la seconde partie de cet Ouvrage débute par la reproduction d'un Mémoire de M. Bouquet (n° 7).

» A côté d'une œuvre si importante, l'histoire des Mathématiques enregistrera encore, sous le nom de MM. Briot et Bouquet, des Ouvrages élémentaires qui ont exercé une grande influence sur l'enseignement; sous le nom de M. Bouquet seul, plusieurs Mémoires sur la théorie géométrique de la réfraction (n° 4), la courbure des surfaces (n° 5), les intégrales ultra-elliptiques (n° 6) et la Cinématique (n° 8), écrits secondaires, mais où se remarquent toujours deux qualités essentielles, la clarté et la sobriété de la pensée et du style.

» Élu, le 19 avril 1875, dans la Section de Géométrie, M. Bouquet est mort le 9 septembre 1885, léguant à l'Histoire mathématique de notre siècle, qui compte tant de grandes œuvres, tant de noms illustres, des œuvres et un nom qu'elle n'oubliera pas.

LISTE DES ŒUVRES DE M. BOUQUET.

Nos. Années.

1. *Sur la variation des intégrales doubles* 1842
   Thèse de doctorat, présentée à la Faculté des Sciences de Paris.
2. *Remarques sur les systèmes de droites dans l'espace* 1846
   Journal de Mathématiques pures et appliquées, 1re série, t. XI, p. 125.
3. *Note sur les surfaces orthogonales* 1846
   Ibid., p. 446.

Nos. Années.

4. *Mémoire sur les propriétés d'un système de droites*.................... 1848
Académie des Sciences et Belles-Lettres de Lyon.

5. *Sur la courbure des surfaces*.................................... 1857
Note insérée dans le *Traité de la théorie des fonctions* par M. Cournot; Paris, Hachette, 1857. Ce Traité renferme aussi, en notes annexées, un extrait des Mémoires publiés avec la collaboration de M. Briot.

6. *Mémoire sur la théorie des intégrales ultra-elliptiques*................ 1868
Publié en extrait dans les *Comptes rendus* des séances de l'Académie des Sciences en 1868, ayant donné lieu à un rapport de M. Serret le 4 juillet 1870, et imprimé *in extenso* dans le *Recueil des savants étrangers*.

7. *Sur l'intégration d'un système d'équations différentielles totales simultanées du premier ordre*.................................... 1872
Bulletin des Sciences mathématiques et astronomiques, t. III, p. 265.

8. *Note sur le calcul des accélérations des divers ordres dans le mouvement d'un point sur une courbe gauche*.................................... 1874
Annales scientifiques de l'École Normale supérieure, 2e série, t. III.

(En collaboration avec M. Briot).

9. *Recherches sur les séries ordonnées suivant les puissances croissantes d'une variable imaginaire*.................................... 1853
Comptes rendus, t. XXXVI, p. 264.

10. *Note sur le développement des fonctions en séries convergentes, ordonnées suivant les puissances croissantes de la variable*.................... 1853
Ibid., p. 334.

11. *Recherches sur les propriétés des fonctions définies par des équations différentielles*.................................... 1854
Comptes rendus, t. XXXIX.

12. *Addition au Mémoire précédent*.................................... 1854
Ibid.
Le rapport de Cauchy sur ce Mémoire est au tome XL, p. 567.

13. *Recherches sur les fonctions doublement périodiques*.................. 1855
Comptes rendus, t. XL, p. 342.

14. *Mémoire sur l'intégration des équations différentielles au moyen des fonctions elliptiques*.................................... 1855
Ibid., t. XLI, p. 1229.
Le Rapport de Cauchy sur ce Mémoire est au t. XLIII, p. 27.
Ces Mémoires, partagés en trois Parties distinctes, forment le XXXVIe cahier du *Journal de l'École Polytechnique* (1856).

15. *Théorie des fonctions doublement périodiques et en particulier des fonctions elliptiques*.................................... 1859
Un volume in-8°, Mallet-Bachelier.

Nos.		Années.
16.	*Théorie des fonctions elliptiques* .... Un volume in-4° de 700 pages, Gauthier-Villars.	1875
17.	*Leçons de Géométrie analytique.* Un volume in-8°, Dezobry et Magdeleine.	
18.	*Leçons nouvelles de Trigonométrie.* Un volume in-8°, Dezobry et Magdeleine.	

ASTRONOMIE. — *Nouvelle méthode pour déterminer les réfractions à toutes les hauteurs à l'aide de la valeur connue d'une seule.* Note de M. Lœwy.

« Pour connaître la réfraction à tous les degrés de hauteur, il faudra donc opérer avec des doubles miroirs d'angles différents; mais la confection de prismes pareils deviendrait alors quelquefois trop coûteuse pour les observatoires, dont les ressources matérielles sont souvent si exiguës. Il est donc nécessaire d'indiquer une méthode qui permette d'éviter cette difficulté. Nous allons montrer comment on peut à l'aide des observations trouver les diverses réfractions en s'appuyant sur la valeur d'une seule trouvée d'après le principe précédent. Nous avons entre deux réfractions quelconques la relation suivante

$$l_{,} = \gamma + \frac{\cos z_{,,} - \cos z_{,} \cos\Delta}{\sin\Delta \sin z_{,}} dz_{,} + \frac{\cos z_{,} - \cos z_{,,} \cos\Delta}{\sin z_{,,} \sin\Delta} dz_{,,}.$$

Les coefficients de $dz_{,}$ et $dz_{,,}$ sont au maximum égaux à l'unité; pour déterminer une réfraction $dz_{,}$ au moyen d'une autre $dz_{,,}$, il faut donc faire une seconde observation de manière à éliminer γ et, pour atteindre ce but et afin de ne pas introduire de nouvelles inconnues, on fera la seconde observation au moment où les deux astres se trouvent à la même hauteur $90° - z_{,,}$; en supposant $dz_{,,}$ donné. On aura ainsi

$$l_{,,} = \gamma + 2\,\mathrm{tang}\,\frac{\Delta}{2} \cot z_{,,}\, dz_{,,},$$

pour faire la détermination avec précision, il faut que le coefficient de l'inconnue $dz_{,}$ soit égal ou supérieur à l'unité, ce qui arrivera dans un grand nombre de cas, lorsqu'on fera la première observation, au moment où les deux astres se trouvent à la même distance zénithale $z_{,}$; on aura alors

$$l_{,} = \gamma + 2\,\mathrm{tang}\,\frac{\Delta}{2} \cot z_{,}\, dz_{,}.$$

Ce mode d'observation permet de déterminer différentes réfractions en

fonction d'une seule. La différence entre les deux équations donne en effet $dz_{,} = \frac{\tang z_{,}}{\tang z_{\prime\prime}} dz_{\prime\prime} - \tang z_{,} \frac{l_{,} - l_{\prime\prime}}{2 \tang \frac{\Delta}{2}}$; on aura la valeur de $dz_{,}$ avec précision lorsque $\tang z_{,} \overline{<} 2 \tang \frac{\Delta}{2}$ et $\tang z_{,} < \tang z_{\prime\prime}$.

» Les réfractions qu'on pourra encore évaluer par ce procédé, que nous appellerons *méthode des hauteurs égales à deux époques différentes*, correspondront aux distances zénithales comprises entre $z_{\prime\prime}$ et $\frac{\Delta}{2}$. Pour $2z_{,} < \Delta$ les deux astres ne pourront plus être vus simultanément dans le champ de la lunette; de même, pour que les deux étoiles soient observables simultanément à la même distance zénithale $z_{\prime\prime}$, il faut que Δ soit $< 2z_{\prime\prime}$. Or la circonstance contraire $\Delta > 2z_{\prime\prime}$ se présente justement lorsqu'on emploie le double miroir dans la détermination de la première réfraction $dz_{\prime\prime}$ qui doit servir à la recherche des autres; en effet, en vertu des relations qui existent dans ce cas entre Δ et $z_{\prime\prime}$, on a

$$\tang(\Delta - z_{\prime\prime}) = 2 \tang \frac{\Delta}{2} \quad \text{ou} \quad \tang\left(\frac{\Delta}{2} - z_{\prime\prime}\right) = \frac{\tang \frac{\Delta}{2}}{1 + 2 \tang^2 \frac{\Delta}{2}};$$

par conséquent $\frac{\Delta}{2}$ est toujours plus grand que $z_{\prime\prime}$; on ne peut donc pas avec le prisme qui a fait connaître $dz_{\prime\prime}$ observer deux astres au moment où ils se trouvent tous les deux à la distance $z_{\prime\prime}$, qui est la condition géométrique nécessaire pour en déduire les autres. Il est donc indispensable de faire usage d'un second double miroir dont l'angle $\alpha = \frac{\Delta'}{2}$ est plus faible que $z_{\prime\prime}$; on aura ensuite la faculté de pouvoir conclure, à l'aide de $dz_{\prime\prime}$, les réfractions correspondant aux distances zénithales comprises entre $z_{\prime\prime}$ et $\frac{\Delta'}{2}$; l'angle le plus convenable qu'il faut donner à ce nouveau double miroir se trouve indiqué par les conditions à remplir pour obtenir les réfractions qui ne sont pas fournies par le procédé que nous venons d'indiquer.

» Il nous reste donc à faire connaître les opérations à exécuter pour évaluer les réfractions correspondant aux distances zénithales plus fortes que $z_{\prime\prime}$ et plus faibles que $\frac{\Delta'}{2}$. Je suppose qu'on puisse encore effectuer des observations sans trop de difficultés à 10° de hauteur; alors, pour mesurer la réfraction relative à cette hauteur, nous allons donner à l'angle α du second double miroir la valeur $\alpha = 40°$. Dans cette condition, on pourra observer les deux astres dans le même vertical au moment où l'un est

au zénith et l'autre à la hauteur 10°; cette mesure fournit $l_, = \gamma + dz_{80}$, dz étant la réfraction à 80° de distance zénithale. En effectuant ensuite la seconde observation quand les deux astres sont à égale hauteur au moment où ils sont à la distance zénithale correspondant à la réfraction donnée $dz_{,,}$, on aura $l_{,,} = \gamma + 2\tang\frac{\Delta}{2}\cot z_{,,}\, dz_{,,}$; en éliminant γ, on aura

$$dz_{80} = l_, - l_{,,} + 2\tang\frac{\Delta}{2}\cot z_{,,}\, dz_{,,};$$

en employant ensuite la méthode des hauteurs égales à deux époques différentes, on peut déduire facilement à l'aide de dz_{80} la réfraction entre $dz = 80°$ et $dz = 60°35'$. On voit maintenant que le choix de deux miroirs, dont l'un est destiné à faire connaître directement la valeur absolue d'une réfraction $dz_{,,}$ et l'autre à en déduire les autres, est fixé par la distance zénithale la plus forte pour laquelle on veut encore connaître la réfraction. Si l'on peut observer jusqu'à 80°, nous avons montré (p. 1200) que $dz_{,,}$ doit correspondre à la distance zénithale 60°35', l'angle du premier double miroir étant alors 70°34',5. Pour en déduire la réfraction à 80°, il faut, d'après les méthodes que nous venons d'exposer, que $2\alpha = \Delta = 80°$.

» Il devient naturellement superflu d'employer ce dernier procédé dans les lieux où l'on peut observer plus près de l'horizon; on peut alors, en effet, à l'aide du premier double miroir, déterminer directement la réfraction la plus basse. Nous avons encore à faire connaître la méthode qui permet de déterminer la réfraction entre $z_, = 40°$ et le zénith.

» Pour atteindre ce but, on fera une première observation au moment où les deux astres se trouvent dans le même vertical, ayant respectivement les distances zénithales $z_,$ et $z_{,,}$; $z_{,,}$ étant une distance zénithale comprise entre 80° et 40°, valeurs pour lesquelles on suppose les réfractions déterminées au moyen des méthodes précédentes. On a alors $l_, = \gamma + dz_, + dz_{,,}$; la seconde mesure sera faite au moment où les deux astres se trouvent à la même distance zénithale $z_{,,}$. On a alors $l_{,,} = \gamma + 2\tang\frac{\Delta}{2}\cot z_{,,}\, dz_{,,}$, d'où

$$dz_, = l_, - l_{,,} + \left(2\tang\frac{\Delta}{2}\cot z_{,,} - 1\right) dz_{,,};$$

$dz_,$ se trouvera donc déterminé avec une précision très élevée, car le facteur $1 - 2\tang\frac{\Delta}{2}\cot z_{,,}$ sera toujours inférieur à l'unité.

» L'ensemble de ces divers procédés permet de déterminer toutes les réfractions entre le zénith et la distance la plus basse où l'on puisse encore faire des observations. On remarquera que les méthodes directes et les méthodes indirectes possèdent une très grande précision : partout on ob-

tient le résultat par la comparaison de deux mesures différentielles. Lorsqu'on déduit les réfractions à l'aide d'une autre réfraction qu'on suppose connue, dans la totalité des cas, la valeur de l'élément déterminé n'entre que pour une fraction; car il ne se trouve multiplié que par des facteurs plus petits que l'unité, de sorte que la méthode indirecte fournit une exactitude presque aussi élevée que la méthode directe. On se rendra maintenant facilement compte de la valeur comparative des deux méthodes exposées respectivement dans les Communications du 19 avril et du 31 mai.

» Dans la première méthode, on ne peut déterminer avec exactitude la valeur absolue de la réfraction que pour des distances zénithales considérables. Pour $z = 80°$, on aura la valeur $\rho = \frac{l_{,} - l_{,,}}{0,7}$, tandis que dans la seconde méthode, quelle que soit la hauteur, on obtiendra toujours $\rho = l_{,} - l_{,,}$; l'exactitude est donc supérieure; on a, en outre, la faculté de pouvoir déterminer la réfraction avec la même exactitude à tous les degrés de hauteur, tandis que par la première méthode le procédé ne serait pas facilement applicable pour des distances zénithales plus faibles que 75°, le facteur de $\rho = \tang^2 \frac{A}{2}$ étant alors beaucoup plus petit que l'unité. La seconde méthode possède, finalement, l'avantage que l'intervalle entre les observations conjuguées est beaucoup plus faible; on peut, dans ce cas, faire les deux mesures dans une même soirée. C'est ainsi qu'à Paris, par exemple, en employant la première méthode pour déterminer la réfraction à 80°, l'intervalle entre les observations est $10^h 20^m$, tandis que dans la seconde méthode l'intervalle n'est que de $6^h 26^m$. Toutefois, le premier procédé possède, au point de vue pratique, une légère supériorité sur le second; il permet d'arriver à la connaissance de toutes les réfractions à l'aide d'un seul double miroir, tandis que le second exige l'emploi des deux prismes.

» Dans l'usage de la seconde méthode, on peut éviter la construction de deux prismes séparés; les deux doubles miroirs peuvent être faits sur le même bloc de verre. Pour atteindre ce but, il suffit de faire polir un seul plan supplémentaire sur la surface opposée à l'angle α d'un des doubles miroirs. Dans le cas que nous venons de discuter, l'angle α du double miroir est 40°; si la surface réfléchissante supplémentaire est placée symétriquement par rapport aux deux miroirs, elle formera avec eux un angle $\alpha' = 90° - 20° = 70°$. Or l'angle de 70° est, à quelques minutes près, précisément celui qu'il faut donner au premier double miroir pour pouvoir déterminer la réfraction à 60°. A la rigueur, si l'on place cette surface auxiliaire obliquement par rapport aux deux doubles miroirs, on a, réunis sur

le même prisme, trois doubles miroirs permettant de déterminer directement trois valeurs absolues différentes de la réfraction, et il est facile ensuite, avec cet appareil, d'arriver à la connaissance de toutes les autres.

» Les opérations qu'on doit entreprendre pour déterminer la valeur de toutes les réfractions en fonction d'une autre réfraction sont dans les deux méthodes celles que nous venons de développer; le procédé indiqué antérieurement, en passant par la polaire, ne peut être appliqué qu'exceptionnellement et ne possède pas, même dans ce cas, l'exactitude fournie par les méthodes exposées en dernier lieu.

Pour terminer ces recherches, il nous reste encore à fournir, pour les deux derniers procédés d'observations, les formules qui permettent de calculer à l'avance les coordonnées des étoiles de manière qu'elles remplissent les conditions géométriques du problème. Le premier cas est celui où les deux astres doivent se trouver à deux époques différentes à une même hauteur. Lorsque les deux étoiles se trouvent une première fois à une même hauteur $90^\circ - z_{,}$, on a

$$\sin z_{,} \sin \frac{A'}{2} = \sin \frac{\Delta}{2},$$

$$\sin \delta_{,} = \sin\varphi \cos z_{,} - \cos\varphi \sin z_{,} \cos a',$$

$$\sin \delta_{,,} = \sin\varphi \cos z_{,} - \cos\varphi \sin z_{,} \cos(a' + A''),$$

et à la seconde époque,

$$\sin z_{,,} \sin \frac{A''}{2} = \sin \frac{\Delta}{2},$$

$$\sin \delta_{,} = \sin\varphi \cos z_{,,} - \cos\varphi \sin z_{,,} \cos a'',$$

$$\sin \delta_{,,} = \sin\varphi \cos z_{,,} - \cos\varphi \sin z_{,,} \cos(a'' + A''),$$

a', a'' étant respectivement les azimuts de l'étoile $(\star)_1$ à la première et à la seconde époque, A', A'' les angles formés aux deux époques par les deux distances zénithales; $\tau_{,}$, $\tau_{,,}$ représentant les angles horaires des étoiles $(\star)_1$ et $(\star)_2$ à la première époque, $\tau'_{,}$, $\tau'_{,,}$ les angles horaires à la seconde époque, s la différence des ascensions droites; on en déduit

$$\sin z_{,,} \cos a'' - \sin z_{,} \cos a' = 2 \tan\varphi \sin \frac{z_{,} - z_{,,}}{2} \sin \frac{z_{,,} + z_{,}}{2} = \alpha,$$

$$\sin z_{,,} \cos(a'' + A'') - \sin z_{,} \cos(a' + A') = \alpha,$$

ou

$$\sin z_{,,} \cos\left(a'' + \frac{A''}{2}\right) \cos \frac{A''}{2} - \sin z \cos\left(a' + \frac{A'}{2}\right) \cos \frac{A'}{2} = \alpha,$$

$$\sin z_{,,} \sin\left(a'' + \frac{A''}{2}\right) \sin \frac{A''}{2} - \sin z_{,} \sin\left(a' + \frac{A'}{2}\right) \sin \frac{A'}{2} = 0.$$

Ces deux équations renferment les inconnues a' et a'', toutes les autres quantités étant données. En remplaçant $\sin z_{\prime\prime} \sin\frac{A''}{2}$ et $\sin z_{\prime} \sin\frac{A''}{2}$ par $\sin\frac{\Delta}{2}$, on obtient les deux solutions $\frac{A''}{2} + a'' = \frac{A'}{2} + a'$ et $\frac{A''}{2} + a'' = 180 - \frac{A''}{2} - a''$; il en résulte les équations suivantes, qui fournissent successivement les valeurs de toutes les inconnues

$$\cos\left(\frac{A''}{2} + a''\right) \sin\frac{A'' \pm A'}{2} \sin\frac{\Delta}{2} = \alpha \sin\frac{A'}{2} \sin\frac{A'}{2}.$$

Faisant

$$\sin\varphi = r' \sin\beta', \qquad \cos\varphi \cos a' = r' \cos\beta',$$
$$\sin\varphi = r'' \sin\beta'', \qquad \cos\varphi \cos(a'' + A'') = r'' \cos\beta'',$$

on obtient

$$\sin\delta_{\prime} = r' \sin(\beta' - z'), \qquad \sin\delta_{\prime\prime} = r'' \sin(\beta'' - z''),$$
$$\sin\tau_{\prime} \cos\delta_{\prime} = \sin a' \sin z_{\prime}, \qquad \sin\tau_{\prime\prime} \cos\delta_{\prime\prime} = \sin(A' + a') \sin z_{\prime},$$
$$\sin\tau'_{\prime} \cos\delta_{\prime} = \sin a'' \sin z_{\prime\prime}, \qquad \sin\tau'_{\prime\prime} \cos\delta_{\prime\prime} = \sin(A'' + a'') \sin z_{\prime\prime},$$
$$\tau_{\prime\prime} - \tau_{\prime} = \tau'_{\prime\prime} - \tau'_{\prime} = s, \qquad \cos s = \frac{\cos\Delta - \sin\delta_{\prime} \sin\delta_{\prime\prime}}{\cos\delta_{\prime} \cos\delta_{\prime\prime}}.$$

Deuxième cas. — Les deux astres se trouvent à une certaine époque, l'un au zénith et l'autre dans le même vertical à la distance zénithale z; à la seconde époque, tous les deux se trouvent à la même distance zénithale z. Désignons par $\tau_{\prime}$ l'angle horaire de l'étoile $(\star)_1$ à la première époque, $\tau_{\prime\prime}$ et $\tau_{\prime\prime\prime}$ respectivement celui de l'étoile $(\star)_1$ et de l'étoile $(\star)_2$, à l'époque où les deux astres ont la même distance zénithale z. Alors on aura, à la première mesure, $\tau_{\prime} = s$, et pour l'époque où les deux hauteurs sont les mêmes,

$$\sin\delta_{\prime} = \sin\varphi \cos z - \cos\varphi \sin z \cos a,$$
$$\sin\delta_{\prime\prime} = \sin\varphi = \sin\varphi \cos z - \cos\varphi \sin z \cos(a + A),$$
$$\sin z \sin\frac{A}{2} = \sin\frac{\Delta}{2}, \qquad \sin\frac{\tau''}{2} \cos\varphi = \sin\frac{z}{2},$$

$\tau_{\prime\prime} - \tau_{\prime}$ étant l'intervalle entre les observations conjuguées; il en résulte

$$\cos(a + A) = -\operatorname{tang}\varphi \operatorname{tang}\frac{z}{2}.$$

Cette relation fournit immédiatement la valeur de a. En posant

$$\sin\varphi = r \sin\beta, \qquad \cos\varphi \cos a = r \cos\beta,$$

on obtient

$$\sin\delta_{\prime} = r \sin(\beta - z), \qquad \sin\tau_{\prime\prime} \cos\delta_{\prime} = \sin a \sin z.$$

» Toutefois, pour des raisons indiquées déjà plusieurs fois, il n'est pas nécessaire de se conformer d'une manière absolue aux règles établies ci-dessus dans le choix des coordonnées.

» Avant de terminer, il nous reste une dernière remarque à faire pour répondre à une légère objection que l'on a formulée de divers côtés. On semble croire que la forme un peu allongée de l'image, qui résulte de l'emploi des miroirs combinés avec la moitié de l'objectif, puisse donner lieu à quelques difficultés. Cette crainte n'est pas justifiée, car il ne s'agit pas ici d'effectuer une mesure absolue; il est seulement nécessaire d'obtenir la variation de la distance provenant de la réfraction. En observant dans chaque image toujours le même point, on aura l'exactitude la plus élevée et l'on sera complètement indépendant de la déformation des images. »

MÉTROLOGIE. — *Sur le rôle de* Lavoisier *dans la détermination de l'unité de poids du système métrique;* par M. C. **Wolf**.

« Les seuls documents officiels que nous ayons eus pendant longtemps sur la construction de nos étalons de poids et mesures sont ceux que Delambre a réunis dans le troisième Volume de la *Base du Système métrique*. Mais, sur beaucoup de points, ce Recueil est incomplet, parfois inexact et, en apparence au moins, contradictoire avec lui-même. Lorsque je me suis occupé de l'histoire de nos mètres étalons, j'ai dû compléter et rectifier souvent les données assez vagues de Delambre sur le nombre des mètres fabriqués, sur la date de leur étalonnage définitif, etc.

» Sur la détermination du poids du décimètre cube d'eau, ce Volume ne contient d'autre pièce que le *Rapport de M. Trallès à la Commission sur l'unité de poids du système métrique décimal, d'après le travail de M. Lefèvre-Gineau,* lu le 11 prairial an VII. Des Notes de Lefèvre-Gineau lui-même sur ce travail devaient accompagner ce Rapport; Delambre indique à la page 557 pourquoi elles n'ont pu être publiées.

» Nous savons par ce Rapport que Fortin construisit un cylindre en laiton de diamètre égal à sa hauteur, environ $243^{mm},5$, un comparateur destiné à mesurer les dimensions de ce cylindre et des balances pour le peser dans l'air et dans l'eau. Le cylindre et le comparateur furent apportés, le 9 germinal an XII, à l'Observatoire, où ils existent encore, ainsi que les règles de laiton employées aux mesures.

» Mais, antérieurement à ce travail de Lefèvre-Gineau et de Fabbroni, d'autres déterminations du poids de l'unité de volume d'eau, pied cube ou

décimètre cube, avaient été faites par les Commissaires de l'Académie des Sciences.

» On lit dans l'*Histoire de l'Académie :*

« Des expériences très précises sur la pesanteur de l'eau distillée viennent d'être faites par les Commissaires de l'Académie chargés de cette partie des opérations; ils ont trouvé que le pied cube réduit, comme nous l'avons dit, au terme de la glace et dans le vuide, pesait 70 livres 60 grains, poids de marc (*Histoire de l'Académie*, p. 12; 1789). » Ce Rapport n'est pas daté, il doit être de 1793.

» Un passage du Rapport de Trallès attribue ces opérations à Lavoisier et Haüy, et c'est d'après leur résultat qu'a dû être fabriqué le kilogramme provisoire par Borda, Haüy et de Prony.

» Comment furent exécutées ces premières déterminations? La collection des *Œuvres de Lavoisier,* réunies par Dumas, ne contient aucune indication à ce sujet. J'avais déjà remarqué, en 1882, que le comparateur de Fortin porte l'inscription : *Fortin, à Paris*, 1791 ; et j'émettais alors le soupçon que les appareils employés en l'an VII, par Lefèvre-Gineau, avaient bien pu être déjà préparés et construits au temps où vivait Lavoisier [*Recherches historiques sur les étalons de poids et mesures* (*Annales de l'Observatoire*, t. XVII, p. C, 63)].

» J'ai l'honneur de signaler à l'Académie l'existence de deux documents qui lèvent toute incertitude à cet égard. Le premier Volume in-4° du *Bulletin des Sciences, par la Société philomathique de Paris*, contient, à la page 39, un *Rapport sur les moyens employés pour mesurer le poids d'un pied cube d'eau,* fait par Haüy à cette Société, en février 1793. Comment ce Rapport imprimé, qui est accompagné d'une Planche, a-t-il échappé jusqu'ici à l'attention des savants et en particulier à celle de Dumas? Je ne puis me l'expliquer que par la rareté de ces premiers Volumes du *Bulletin de la Société philomathique*.

» La deuxième pièce est un Rapport, fait le 19 janvier 1793, à l'Académie, par les Commissaires des Poids et Mesures, pour répondre à diverses demandes du Comité des Assignats et Monnaies de la Convention nationale (*Archives de l'Académie*).

» Il résulte de ces deux Rapports que Lavoisier et Haüy ont mesuré, pendant l'hiver de 1792 à 1793, le poids du pied cube d'eau distillée et, par suite, celui du décimètre cube, le décimètre provisoire étant pris sur la toise du Pérou, dont il est une fraction déterminée, et qu'ils ont employé à cette mesure un cylindre de laiton construit par Fortin et un compara-

teur du même artiste ([1]). Je vais montrer que ce cylindre et ce comparateur sont ceux que nous conservons à l'Observatoire, et qu'ils sont, par conséquent, ceux qui ont été employés plus tard par Lefèvre-Gineau.

» Le cylindre de Lavoisier était en cuivre jaune, d'environ 9 pouces de haut sur autant de diamètre, ce qui lui donne $243^{mm},6$ suivant les deux dimensions. Les deux bases n'étaient pas exactement parallèles, mais un peu inclinées l'une sur l'autre, de manière que la plus grande différence des hauteurs était $\frac{8}{100}$ de ligne.

» Le cylindre de Lefèvre-Gineau était en laiton; sa hauteur et son diamètre étaient à peu près $243^{mm},5$. La plus grande différence des hauteurs, à 11^{mm} de pourtour des bases, était de $0^{l},024$, ou sur le pourtour même $0^{l},026$.

» Il paraît donc certain que le cylindre de Lefèvre-Gineau est bien celui dont Lavoisier et Haüy s'étaient servis sept ans auparavant. Pourquoi en effet en avoir fait construire un autre, si l'on devait lui donner exactement les mêmes dimensions générales qu'au premier ([2])? De plus, le cylindre qui a été apporté à l'Observatoire, qui est bien celui de Lefèvre-Gineau, comme le prouve le procès-verbal du Bureau des Longitudes, du 9 germinal an VII, et comme l'a reconnu M. Tresca, contient la grenaille de plomb que Lavoisier et Haüy disent y avoir introduite pour amener l'affleurement et dont Trallès ne parle pas: c'est donc bien aussi celui des premiers observateurs.

» La différence des hauteurs, trouvée plus faible par Lefèvre-Gineau ($0^{l},026$) que par Lavoisier et Haüy ($0^{l},08$), pourrait faire croire qu'avertis par les expériences de leurs devanciers, les Commissaires de la deuxième Commission du Mètre ont fait travailler à nouveau par Fortin l'une des bases du cylindre. Mais, ayant mesuré, d'abord à l'aide d'une lunette formant levier de comparateur et visant une mire divisée, puis au moyen du sphéromètre, la différence actuelle des hauteurs suivant le diamètre 3-9, indiqué par Lefèvre-Gineau comme étant la ligne de plus grande pente des bases, j'ai trouvé pour cette différence $0^{mm},170$, soit $0^{l},075$, exactement la différence assignée par Lavoisier et Haüy. Je ne voudrais certes

---

(1) Les deux documents, qui se complètent l'un l'autre, nous font connaître dans tous ses détails le mode d'opérer de Lavoisier et Haüy.

(2) Les dimensions du cylindre étaient déterminées par la condition d'être une partie aliquote de la toise ou du module, et en même temps de ne pas donner un poids trop lourd au corps à peser.

pas attacher à cette coïncidence plus d'importance qu'elle n'en mérite. Je dirai cependant qu'ayant essayé de mesurer la différence des hauteurs avec le comparateur même de Fortin, j'ai retrouvé encore la valeur de Lavoisier; mais je me suis assuré en même temps que ce procédé de mesure est tellement délicat, en raison de la difficulté d'assurer le contact du cylindre contre le butoir fixe, qu'il n'y aurait rien d'étonnant à ce que la divergence des nombres de Lavoisier et de Lefèvre-Gineau ait sa cause dans une erreur d'observation.

» Quant au comparateur, la description qu'en donne Haüy, les dimensions qu'il assigne aux bras du levier, la valeur qu'il attribue aux divisions du vernier, sont en accord parfait avec l'instrument déposé à l'Observatoire comme étant le comparateur de Lefèvre-Gineau. Il n'y a aucun doute sur ce point. Il est vrai que sur la figure qui accompagne le Rapport de Haüy, le bord de la table de marbre sur laquelle repose l'appareil porte une échelle qui lui donnerait 7 pieds de long ou $2^m,273$; mais cette échelle ne concorde pas du tout avec celle à laquelle est dessiné le comparateur : celle-ci lui donnerait juste la moitié, $1^m,136$. Or la table actuelle a $1^m,135$. Je crois donc que la table même n'a pas été changée, et que l'indication précitée est une erreur du graveur, qui a aussi oublié le dessin d'une des bases dont parle Haüy. On se demande d'ailleurs dans quel but on aurait primitivement placé le comparateur sur une table de marbre aussi longue et aussi pesante (elle a $0^m,10$ d'épaisseur et $0^m,59$ de largeur), la forme des butoirs étant tout à fait impropre à la comparaison des toises ou des mètres ([1]).

» La restitution à Lavoisier et Haüy du procédé de détermination du kilogramme que l'on attribuait à Lefèvre-Gineau, sur la foi du Rapport de Trallès, me permet de formuler une conclusion générale du travail que j'ai entrepris, depuis plusieurs années, sur l'histoire de nos étalons de mesures. Je laisse de côté les détails secondaires relatifs à la constatation d'identité, je dirai presque à la découverte de certaines pièces importantes, comme le comparateur de Borda, devenu méconnaissable sous les mutilations et les transformations que lui avaient fait subir les Commissaires de l'an VII. J'appelle l'attention sur un point d'un plus haut intérêt, la reconstitution aujourd'hui complète du plan de travail conçu par les Commissaires de l'an-

---

([1]) J'ai dit, par inadvertance, dans mon Mémoire de 1882, p. C. 63, que sur le mur de marbre qui porte les butoirs de ce comparateur, on remarque une graduation en pouces et lignes; il faut lire : une graduation en pouces et demi-pouces.

cienne Académie des Sciences pour la construction des deux étalons du système métrique.

» Nous savions, par le Rapport de Borda et Brisson, comment ces savants avaient établi le mètre provisoire. Mais, lorsque Delambre nous disait que Borda s'était proposé d'appliquer à la détermination du mètre définitif les mêmes procédés qui lui avaient si bien réussi pour le premier, il semblait nous poser une énigme, puisqu'il ajoutait que Fortin n'avait construit que deux mètres en platine. Et en effet ces indications incomplètes de Delambre ont été la source des légendes qui ont mis longtemps en discrédit le mètre de l'Observatoire et celui du Conservatoire des Arts et Métiers. Borda avait employé quatre règles en cuivre pour la construction du mètre provisoire, qui dérivait directement de la toise du Pérou : il lui fallait aussi quatre règles de platine pour la construction du mètre définitif. L'Académie se rappellera que le jour où je lui faisais connaître que ces quatre règles avaient été effectivement forgées par Jeannetti sur la commande de Borda, M. Tresca annonçait qu'il venait de retrouver la quatrième règle dans les collections de l'École des Ponts et Chaussées ; j'ai suivi les trois autres jusqu'à leur dépôt aux Archives, à l'Observatoire et au Conservatoire. Borda, s'il avait vécu, aurait donc comparé directement ces quatre règles de platine au module de même métal ou règle n° 1, devenue, par le travail de Méchain et Delambre, la représentation d'une fraction connue du tour de la Terre.

» Combien ne faut-il pas regretter que les Commissaires de l'an VII n'aient pas compris l'excellence du plan de Borda! Nous les voyons employer à la construction du mètre définitif douze règles en fer, qu'ils comparent à la toise du Pérou, à l'aide d'un appareil donnant le millième de ligne, tandis qu'ils ont comparé cette toise au module à l'aide de l'ancien comparateur de Borda, qui donnait seulement le $\frac{1}{116}$ de ligne. Le mètre en platine ne vient qu'après, si bien qu'en vérité, pour eux, le mètre-étalon devrait être celui des douze mètres en fer qu'ils avaient trouvé le plus exact. Et encore, dans cette manière de faire, la liaison de ce mètre aux mesures géodésiques de Delambre et Méchain n'était-elle établie que d'une façon détournée par l'intermédiaire de la toise du Pérou, qui n'aurait plus dû figurer dans ce second travail.

» Pour la détermination de l'unité de poids du nouveau système, le Rapport de Haüy et celui des Commissaires de l'ancienne Académie viennent de nous apprendre que ceux-ci ne s'étaient pas contentés de tracer le programme complet des opérations : ils avaient fait construire et avaient essayé les appareils essentiels. Ils n'attendaient, pour terminer le travail, que la connaissance

de la valeur exacte du décimètre, que devait leur donner la mesure de l'arc de méridien français. Le malheur des temps voulut que, lorsque les opérations géodésiques, sans cesse entravées par des autorités soupçonneuses et des populations affolées, furent enfin achevées, Lavoisier avait péri victime de la tourmente révolutionnaire; Borda venait de mourir. Mais ici du moins l'esprit se console en voyant Lefèvre-Gineau respecter la méthode de ses devanciers et faire usage de leurs instruments. Nous devons aussi le louer d'avoir comparé les dimensions du cylindre au module, et non pas à la toise du Pérou. Il serait bien désirable que les papiers de ce savant modeste, qui n'ont pas été apportés à l'Observatoire, pussent être retrouvés; je ne doute pas qu'ils ne fassent la lumière sur bien des points que le Rapport de Trallès a laissés dans l'ombre, et, en particulier, sur l'influence du premier travail de Lavoisier. »

THERMOCHIMIE. — *Chaleur de combustion et de formation des sucres, hydrates de carbone et alcools polyatomiques congénères;* par MM. **Berthelot** et **Vieille**.

« La chaleur de formation des sucres et hydrates de carbone peut être évaluée d'après la méthode générale exposée en 1865 par M. Berthelot pour calculer la chaleur de formation des composés organiques, ainsi que la chaleur dégagée dans leurs principales réactions, au moyen des chaleurs de combustion, données dont on n'avait pas jusque-là compris l'utilité pour cet emploi théorique. Mais il n'est pas facile de brûler complètement les sucres par l'oxygène libre, et personne ne l'a fait jusqu'à ce jour. Notre méthode nouvelle permet d'atteindre le but sans difficulté.

» I. *Mannite.* — 3 déterminations. Pour 1^{gr} : 3,9997; 3,9928; 4,0110; moyenne, $4^{Cal},0012$. Soit pour $C^{12}H^{14}O^{12} = 182^{gr}$:

$+728^{Cal},2$ à volume constant; $+728,5$ à pression constante,
C^{12}(diamant) $+ H^{14} + O^{12}$ cristallisé dégage... $+318^{Cal},5$.

» Par le chlorate de potasse, M. Rechenberg avait trouvé $+760$, et M. Stohmann, $+717$, pour la chaleur de combustion.

» II. *Dulcite.* — 3 déterminations. Pour 1^{gr} : 3,9989; 4,0059; 4,0137; moyenne, $4^{Cal},0062$. Soit pour $C^{12}H^{14}O^{12} = 182^{gr}$:

$+729^{Cal},1$ à volume constant; $+729^{Cal},4$ à pression constante
$- C^{12} + H^{14} + O^{12}$ dégage .... $+317^{Cal},6$.

nombres pratiquement les mêmes que pour la mannite; conformément à la relation des isomères de même fonction, établie par M. Berthelot.

» Par le chlorate de potasse, M. Rechenberg avait trouvé + 753; M. Stohmann, + 711, pour la chaleur de combustion.

» III. *Lactose* (sucre de lait) séchée à 65° ($C^{12}H^{12}O^{12}$). — 3 déterminations. Pour 1gr : 3,7773; 3,7733; 3,7807; moyenne, 3,7771. Soit pour $C^{12}H^{12}O^{12} = 180^{gr}$:

+ 679,9 à volume constant et à pression constante;

le double pour $C^{24}H^{22}O^{22}, H^2O^2$: + 1359,8.

$C^{12} + H^{12} + O^{12} = C^{12}H^{12}O^{12}$ lactose cristallisée, dégage . . . $+ 298^{Cal},1$

» Par le chlorate de potasse, M. Rechenberg : + 710; M. Stohmann : + 659,3, pour la chaleur de combustion.

» IV. *Saccharose* (sucre de canne) séchée à 100°. — 3 déterminations. Pour 1gr : 3,9605; 3,9633; 3,9612; moyenne, 3,9617. Soit pour $C^{24}H^{22}O^{22} = 342^{gr}$:

+ 1355,04 à volume constant et à pression constante.

Ne diffère guère du lactose.

$C^{24} + H^{22} + O^{22} = C^{24}H^{22}O^{22}$ saccharose cristallisée, dégage... $+ 532^{Cal}$

» Par le chlorate de potasse, M. Rechenberg : + 1427; M. Stohmann : + 1322, pour la chaleur de combustion.

» V. *Cellulose.* — Nous avons donné précédemment $+ 681^{Cal},8$ pour

$C^{12}H^{10}O^{10} = 162^{gr}$.

$C^{12} + H^{10} + O^{10} = C^{12}H^{10}O^{10}$ (cellulose), dégage . . . . $+ 227^{Cal},2$

» Par le chlorate de potasse, M. Rechenberg : + 721; M. Stohmann : + 671,7, pour la chaleur de combustion.

» VI. *Amidon.* — 4 déterminations. Pour 1gr : 4,2270; 4,2549; 4,2121; 4,2182; moyenne, 4,2280. Soit pour $C^{12}H^{10}O^{10}$: + 684,9.

$C^{12} + H^{10} + O^{10} = C^{12}H^{10}O^{10}$ (amidon), dégage. . . . . $+ 224^{Cal},1$

» Par le chlorate de potasse, M. Rechenberg : + 726; M. Stohmann : + 667,9, pour la chaleur de combustion.

» VII. *Inuline* séchée à 110°. — 3 déterminations. Pour 1gr : 4,1764; 4,1839; 4,2009; moyenne, 4,1871. Soit pour $C^{12}H^{10}O^{10}$: $+ 678^{Cal},3$.

$C^{12} + H^{10} + O^{10} =$ Inuline, dégage. . . . . $+ 230^{Cal},6$

» Par le chlorate de potasse, M. Rechenberg : 712; M. Stohmann : 659,3.

» IX. *Dextrine*. — 3 déterminations. Pour 1gr : 4,1693; 4,2012; 4,1708; moyenne, 4,1804. Soit pour $C^{12}H^{10}O^{10}$: $+ 667^{Cal},2$.

$C^{12} + H^{10} + O^{10}$ .... $+ 241^{Cal},7$

» Les chaleurs de combustion des quatre hydrates de carbone isomères sont à peu près les mêmes, comme toujours. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Nouvelles observations sur l'ammoniaque dans les sols;* par MM. **Berthelot** et **André**.

« 1. Nous demandons à l'Académie la permission de revenir encore sur la question de l'ammoniaque dans les sols, la dernière Note de M. Schlœsing sur cette question réclamant une réponse. Elle se rattache aux problèmes si intéressants soulevés par M. Schlœsing sur les lois des échanges de l'ammoniaque entre l'atmosphère et les continents.

» 2. D'après la Note de notre savant Confrère, nous sommes d'accord sur la théorie même de ces échanges : le sol pouvant, en principe, tantôt prendre de l'ammoniaque à l'atmosphère, tantôt lui en céder.

» 3. Nous sommes également d'accord sur le point qui formait l'objet essentiel de notre première Note, à savoir : que le taux d'ammoniaque dans une terre et, par conséquent, le taux total de l'azote peuvent se modifier pendant la dessiccation; et que l'ammoniaque ne peut être dosée dans une terre séchée avant son envoi dans un laboratoire d'analyse. Seulement nous devons faire observer que M. Schlœsing n'avait pas parlé de cette cause d'erreur, lors de la description de ses procédés d'analyse, précisés avec un soin minutieux dans son important Ouvrage intitulé : *Contribution à l'étude de la Chimie agricole;* et il nous apprend, pour la première fois, *qu'il sacrifie le dosage de l'ammoniaque*. Nous croyons donc avoir rendu quelque service en faisant connaître cette cause spéciale d'erreur, objet essentiel, nous le répétons, de notre Note (ce Volume, p. 954).

» 4. Abordons maintenant les procédés mêmes par lesquels on dose l'ammoniaque dans les sols, procédés mis en cause par notre savant Confrère. Il est nécessaire d'entrer à cet égard dans une discussion très précise. L'Ouvrage auquel il nous renvoie décrit deux procédés (p. 178).

» 5. L'un des procédés consiste à ajouter de l'eau (1) à l'échantillon

(1) L'auteur ne parle d'aucune addition d'alcali.

donné et à chauffer à l'ébullition : l'ammoniaque est dosée dans le produit de la distillation. L'opération est longue, parce que la terre n'abandonne l'ammoniaque à l'eau qu'à mesure que celle-ci en est dépouillée par la chaleur. M. Schlœsing ajoute que dans ce procédé la matière organique peut fournir un peu d'ammoniaque. Mais il y a une observation plus importante, qu'il ne fait pas, c'est que ce procédé paraît de nature à fournir seulement l'*ammoniaque libre ou carbonatée;* les sels ammoniacaux stables, tant solubles que fixés sur les matières diverses qui constituent le sol, étant exposés à ne pas céder leur ammoniaque (qui est en dose beaucoup plus forte), par simple ébullition avec l'eau. Nous ne savons pas comment ces deux ordres de sels se comporteraient à cet égard; les résultats varieraient probablement avec la nature des sols siliceux, argileux, calcaires, et avec celle des composés humiques qui s'y trouvent. Les expériences de MM. Way et Brustlein (même Ouvrage, p. 120 à 124) établissent en effet que le pouvoir absorbant de la terre pour l'ammoniaque et les sels ammoniacaux est considérable. Ce procédé ne présente donc aucune certitude relativement au dosage de l'ammoniaque totale, tant libre que salifiée (cette dernière en dose beaucoup plus forte), existant dans les terres.

» 6. Les résultats qu'il fournit ne sauraient être comparés qu'à ceux de nos propres expériences, dans lesquelles nous dosons séparément (ce Recueil, p. 955) l'ammoniaque (libre ou carbonatée), émise à froid pendant la simple dessiccation d'une terre, sans rien ajouter à celle-ci. Seulement notre manière d'opérer à froid n'expose pas, comme la précédente, aux décompositions partielles, que l'eau suffit à produire dès 100°.

» 7. Ceci mérite attention. En effet, le dosage de l'ammoniaque émise à froid par un sol, dans son état naturel, n'avait jamais été fait jusqu'ici. Il présente à notre avis d'autant plus d'importance que cette quantité intervient dans la définition de la tension de l'ammoniaque dans le sol; et non l'ammoniaque totale, comme on pourrait le croire. Au contraire, l'ammoniaque engagée dans des combinaisons stables ne concourant pas à la tension de cet alcali, elle est susceptible d'être diminuée ou accrue, soit aux dépens de l'atmosphère, soit aux dépens des autres principes azotés du sol, sans qu'on puisse en rien induire relativement aux rapports divers ou alternatifs entre la tension de l'ammoniaque dans l'air et sa tension dans le sol. L'induction signalée par M. Schlœsing à cet égard n'est donc pas solide.

» 8. L'autre procédé de dosage de l'ammoniaque décrit par M. Schlœsing (p. 177, 178 de son Ouvrage) repose sur cette assertion que : « l'ammo-

niaque est abandonnée en totalité par le sol en présence d'un acide ». L'auteur propose donc d'extraire l'ammoniaque d'une terre en traitant 100 grammes de celle-ci par l'acide nitrique (¹), *jusqu'à décomposition complète du calcaire et apparition d'une réaction acide*. On laisse reposer, on prend une fraction du liquide déterminée (²), on distille sur de la magnésie : l'alcali volatil est condensé, puis dosé par l'acide sulfurique titré.

» L'assertion fondamentale semble purement hypothétique : du moins elle n'est justifiée par aucune expérience. Au contraire, les expériences de MM. Way et Brustlein, déjà citées, aussi bien que les nôtres propres, autorisent à douter qu'une liqueur faiblement acide enlève au sol la totalité de son ammoniaque, tant libre que combinée.

» 9. Revenons maintenant sur notre propre procédé. Il consiste à opérer à froid, avec le concours d'un alcali qui déplace l'ammoniaque. Le titre de cet alcali n'ayant pas été indiqué dans notre première Note et les termes employés semblant avoir donné lieu à un malentendu, nous croyons devoir dire que, d'après nos registres, ce titre est demeuré compris entre 50 et 80 grammes de soude, NaO, par litre : nous avons coutume de désigner de telles liqueurs par le mot *concentrées*, dans l'usage courant de nos mesures calorimétriques, parce qu'elles contiennent plusieurs équivalents au litre ; le nom de *liqueurs normales* étant appliqué à celles qui renferment un demi ou un quart d'équivalent et le nom de *liqueurs étendues* à celles qui en contiennent un dixième ou moins. On voit qu'il ne s'agit pas de lessives de soude caustique, lessives qui dégagent de la chaleur en agissant sur les terres et qui renferment des hydrates non saturés et, par suite, un excès d'énergie capable de réagir sur certains composés, non altérables par les liqueurs que nous employons. L'hydrate de chaux est dans le même cas, car sa dissolution dégage de la chaleur.

» Le dosage se fait entièrement à froid dans notre procédé, condition dans laquelle les principes azotés fondamentaux, aujourd'hui connus avec précision dans les êtres vivants, ne sont pas attaqués d'une façon appréciable. S'il en était d'autres plus altérables, ce que nous ignorons, ils seraient de l'ordre de ceux qui peuvent fournir lentement de l'ammoniaque dans le sol sous l'influence de l'eau et du carbonate de chaux : ils y joueraient donc un rôle assimilable à celui des sels ammoniacaux.

» En tout cas, on délaye la terre (25^{gr} à 50^{gr}), aussitôt après la prise,

---

(¹) Le titre de l'acide n'est pas indiqué.

(²) Par un procédé qui laisse à désirer, p. 177.

avec la solution alcaline précédente, contenue dans une capsule à fond plat. Celle-ci est déposée sur une plaque de verre dépolie ; on pose au-dessus un triangle de verre et une capsule contenant l'acide sulfurique titré, dont la quantité est telle qu'il soit saturé à moitié au moins par l'ammoniaque dégagée. On pose immédiatement sur le tout un cristallisoir renversé, à bords rodés et suifés légèrement, pour les faire adhérer à la plaque de verre, et l'on attend quarante-huit heures, temps au bout duquel les résultats demeurent invariables. Deux essais sont faits simultanément. Nous avions pensé qu'il était de toute justice d'attribuer ce procédé à M. Schlœsing, que nous en regardions comme l'inventeur. Nous prenons acte de sa réclamation. Nous le prierons, de notre côté, de vouloir bien appliquer aux terres qu'il a étudiées notre procédé, qui ne décompose aucun principe azoté fondamental des êtres vivants. Il est à présumer que ses nombres, affranchis ainsi des incertitudes qui peuvent résulter du déplacement incomplet de l'ammoniaque par l'eau pure et du pouvoir absorbant de la terre pour les sels ammoniacaux, se rapprocheront de nos propres déterminations et fourniront, d'accord avec les nôtres, la vraie mesure de l'ammoniaque déplaçable dans le sol par des actions naturelles : ce qui est l'objet essentiel de notre commune recherche.

» 10. Venons enfin aux expériences mêmes de notre savant Confrère sur l'absorption continue de l'ammoniaque aérienne par des terres sèches et humides. Nous ne pouvons à cet égard que renouveler nos réserves sur les manipulations préalables subies par les terres qu'il a employées dans ses essais. Tant qu'il ne les aura pas fait connaître, il sera difficile de savoir si les résultats qu'il a publiés s'appliquent réellement à un sol naturel, maintenu à l'avance depuis un temps indéfini au contact de l'atmosphère, et s'ils prouvent que ce sol absorbe continuellement de l'ammoniaque.

» 11. Nous n'attribuons pas aux expériences comparatives, faites avec deux lots de terre humide et où l'on entretient une humidité permanente, l'un étant découvert, l'autre couvert d'une plaque de verre (p. 42), la même importance décisive que M. Schlœsing. D'abord il ne fait pas connaître si cette plaque formait clôture hermétique, ou bien si elle était simplement posée : ce qui nous laisse ignorer si elle permettait les échanges gazeux entre l'atmosphère et la terre, échanges qui ont nécessairement lieu dans un vase mal fermé, par suite des variations continuelles du volume intérieur de l'air, produites par les changements de pression et de température ; si ces échanges ont eu lieu, l'expérience est peu concluante.

» 12. Dans tous les cas, les conditions de chute sur les terres des pous-

sières atmosphériques et des microbes qu'elles renferment, et qui sont des agents de fermentation, sont tout à fait modifiées par l'interposition d'une plaque de verre : les résultats peuvent donc être fort différents.

» 13. En outre, l'état de la surface de la terre humide et son influence sur la nitrification sont tout différents, suivant que cette surface demeure imprégnée d'humidité dans un vase clos et couvert, comme l'un de ceux de M. Schlœsing; ou bien qu'elle éprouve à l'air libre des périodes alternatives de dessiccation et d'humectation, qui en changent complètement l'étendue, le caractère, la porosité, la pénétrabilité par les gaz et la réaction sur l'oxygène de l'air. Tout ce qu'il nous semble possible de retenir avec certitude de cette expérience comparative de M. Schlœsing, c'est que la terre humide perd son ammoniaque au contact de l'air.

» 14. Quant aux azotates formés et à l'ammoniaque elle-même, fixée ou formée dans le sol, il ne paraît pas possible de se prononcer sur leur véritable origine, lorsqu'on néglige, comme l'a fait M. Schlœsing, de doser les matières organiques azotées. Celles-ci contiennent, dans un grand nombre de sols arables, deux grammes et plus d'azote, c'est-à-dire *cent fois autant que la dose d'azote ammoniacal* reconnue par notre Confrère dans les terres qu'il a analysées. N'est-ce pas là l'origine de tout ou partie de l'ammoniaque du sol?

» En effet, les moindres transformations de ces matières azotées, par microbes ou réactions diverses, exercent une influence prépondérante sur les variations de l'ammoniaque dans le sol, c'est-à-dire sur le fond même de la question théorique et pratique agitée en ce moment. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Expériences sur la vitesse de propagation des vibrations dans le sol.* Note de MM. **F. Fouqué** et **Michel Lévy.**

« Il y a quelques semaines, nous avons eu l'honneur d'entretenir l'Académie de l'appareil enregistreur que nous avons fait construire pour déterminer avec précision la vitesse de propagation des vibrations dans des sols de nature diverse, et des essais préliminaires auxquels nous avions dû soumettre cet instrument dans les caves du Collège de France.

» Depuis lors, nous l'avons transporté sur le terrain et nous nous en sommes servis dans trois sortes de stations :

» 1° Dans les grès permiens du Creuzot;

» 2° Dans le granite de Montvicq, près de Commentry;

» 3° Dans le grès houiller de Commentry.

» Les expériences faites dans cette dernière station ont été exécutées en opérant dans la mine, dans des galeries situées à des profondeurs diverses. Une étude attentive et minutieuse des photographies obtenues nous permettra de fournir des résultats numériques ne laissant rien à désirer sous le rapport de la précision.

» En attendant que ce travail de dépouillement soit effectué, nous croyons devoir signaler quelques conclusions qui résultent immédiatement d'un premier coup d'œil jeté sur les photographies :

» 1° Les vitesses de propagation des vibrations initiales sont encore plus grandes que ne l'indiquent les mesures effectuées à l'œil à l'aide de l'appareil nadiral;

» 2° Les ébranlements occasionnés par des charges de dynamite ou de poudre (jusqu'à 12^{kg} de dynamite) sont, à distance égale, plus faibles que ceux qui sont produits par le marteau-pilon de 100 tonnes tombant d'une hauteur de 5^m; et cependant celui-ci, à 500^m de distance, produit à peine l'effet d'un coup de talon moyen à 10^m;

» 3° Quand le point d'ébranlement et le bain de mercure sont tous deux à la surface du sol, les vibrations sont multiples; on voit se succéder plusieurs maxima et l'ébranlement se prolonge. (A une distance de 1200^m, la durée totale de la secousse va jusqu'à dix secondes.)

» Au contraire, quand l'ébranlement est intérieur au sol, quand il a lieu dans les profondeurs d'une mine, un seul coup donné engendre une seule secousse de courte durée, même lorsqu'on observe celle-ci à grande distance. Le résultat est le même, à ce point de vue, quand le bain de mercure est situé dans l'intérieur de la mine ou quand il est posé à la surface du sol.

» On peut affirmer, par suite, que le cheminement des vibrations dans les parties superficielles du sol est influencé par le voisinage de la surface. »

CHIMIE. — *Sur le poids atomique et sur le spectre du germanium.* Note de M. **Lecoq de Boisbaudran**.

« Je viens de recevoir du savant professeur de Freiberg, M. Cl. Winkler, un bel échantillon de germanium. M. Winkler avait d'abord songé à placer ce corps entre le bismuth et l'antimoine; mais il pense aujourd'hui qu'on doit le mettre entre le silicium et l'étain, comme l'éka-silicium de la classification

de M. Mendeleeff. Cette opinion s'appuie sur plusieurs propriétés importantes du nouveau métal et sur son poids atomique, provisoirement fixé à 72,75. Il ne m'appartient pas de décrire ici le germanium que M. Winkler étudie activement; mais je ne crois point sans quelque intérêt d'exposer rapidement certaines remarques, qui viennent d'ailleurs confirmer la dernière opinion de M. Winkler sur la place à donner au germanium dans la classification des corps simples.

» Il y a de bien longues années déjà et antérieurement même aux recherches de M. Mendeleeff sur ce sujet, qu'au moyen d'une classification que je n'ai pas publiée (mais dont j'ai souvent eu l'honneur de parler à notre regretté maître J.-B. Dumas) j'avais calculé le poids atomique du corps hypothétique intermédiaire entre le silicium et l'étain (¹). J'avais trouvé 72,28 (²). M. Mendeleeff donne 72 dans son Tableau.

» Dès l'arrivée du précieux envoi de M. Winkler, je me suis empressé de soumettre le germanium à l'action de l'étincelle d'induction (³) ; il s'est alors produit un fort beau spectre que je n'ai pas encore eu le temps d'examiner complètement, mais qui renferme deux raies dont l'éclat est surtout remarquable : une bleue et une violette. J'ai mesuré ces deux raies avec une exactitude déjà suffisante pour me permettre d'appliquer mes formules reliant les longueurs d'ondes des raies homologues et les poids atomiques des corps qui les produisent. J'ai donc cherché, par ce moyen spectral, le poids atomique du germanium, en supposant ce métal intermédiaire entre le silicium et l'étain.

» J'établis ainsi l'homologie des raies :

Si, 1ʳᵉ raie...	$\lambda = 412,9$	Gr, 1ʳᵉ raie...	$\lambda = 468,0$	Sn, 1ʳᵉ raie...	$\lambda = 563,0$ (⁵)
» 2ᵉ » ...	$\lambda = 389,0$ (⁴)	» 2ᵉ » ...	$\lambda = 422,6$	» 2ᵉ » ...	$\lambda = 452,4$
Moyenne..	401,0	Moyenne..	445,3	Moyenne..	507,7

(¹) M. Newlands avait aussi prévu autrefois l'existence d'un nouvel élément dans la série carbone-silicium et lui avait attribué le poids atomique 73.

(²) Prenant pour bases de ce calcul les poids atomiques : Si = 28 et Sn = 118.

(³) Une bobine d'induction ordinaire suffit, mais l'effet est notablement plus beau avec la bobine à gros fil de M. Demarçay.

(⁴) Le nombre 389 a été donné par M. Salet, mais sans décimales et, par suite, avec une légère incertitude. Dans ce premier calcul, je ne mets donc qu'une décimale pour les autres λ.

(⁵) Cette raie 563,0 n'est pas arbitrairement choisie parmi celles que l'étain possède dans cette partie de l'échelle spectrale; elle correspond physiquement, d'une façon évidente, avec la raie bleue 452,4, ces deux raies étant de beaucoup les plus fortes du

» Si l'on prend pour terme de comparaison la série connue Al-Ga-In, on a :

Poids atomiques.

		Différences.	Variations.
Si.....	28,0	90,0	
Gr....	? entre Si et Sn.		
Sn....	118,0		
Al....	27,5	42,4	$\frac{2,8302}{100}$
Ga....	69,9[1]	43,6	
In.....	113,5		

c'est-à-dire qu'il faut ajouter 2,8302 pour 100 à la différence 42,4 pour obtenir la différence 43,6.

Longueurs d'ondes moyennes (2 raies).

		Différences.	Variations.
Si.....	401,0	44,3	$\frac{40,51}{100}$
Gr....	445,3	62,4	
Sn....	507,7		
Al....	395,2	14,9	$\frac{37,584}{100}$
Ga....	410,1	20,5	
In.....	430,6		

» La variation de l'accroissement des poids atomiques est donc 0,028302 dans la série Al-Ga-In; la variation de l'accroissement des longueurs d'ondes est 0,4051 pour Si-Gr-Sn et 0,37584 pour Al-Ga-In. Suivant la loi que j'ai déjà appliquée autrefois au calcul du poids atomique du gallium et qui consiste en ce que, dans les diverses familles naturelles, la variation de l'accroissement des poids atomiques est proportionnelle à la variation de l'accroissement des longueurs d'ondes des raies (ou groupes de raies) homologues, prises dans ce que j'ai appelé le troisième harmonique des spectres, suivant cette loi, dis-je, on n'a qu'à poser

$$\underbrace{37,584}_{\text{Al-Ga-In.}\lambda} : \underbrace{2,8302}_{\text{Al-Ga-In.PA}} :: \underbrace{40,51}_{\text{Si-Gr-Sn.}\lambda} : x$$

$x =$ variation de l'accroissement des poids atomiques dans la série Si-Gr-Sn.

On trouve $x = 3,051$ pour 100.

» L'accroissement de poids atomique de Si à Gr est donc

$$\frac{90}{2,03051} = 44,32;$$

d'où la série

Si........	28,00	44,32
Gr........	72,32	45,68
Sn........	118,00	

spectre de basse température (c'est-à-dire obtenu avec des bobines à long fil et sans condensateur), ainsi qu'on peut le voir dans mes *Spectres lumineux, Pl. XXII.*

(1) Le poids atomique, plus exact, du Ga est 69,87, déterminé par la balance, et 69,86, calculé d'après les raies spectrales. Il serait bien de refaire les calculs avec cette valeur Ga = 69,86 (ou 69,87); mais, n'ayant vu le germanium que depuis deux jours, le temps m'a manqué. La correction serait toutefois assez faible.

» On voit que le nombre 72,32 s'accorde déjà très bien avec celui, 72,28, que j'avais antérieurement déduit de ma classification seule; mais, à cause de la petite incertitude qui existe au sujet de la raie 389 du silicium, reprenons le même calcul avec une seule raie pour chaque métal, ce qui évite l'emploi de Si 389 et permet de mettre deux décimales aux mesures de λ.

» On aura alors :

Poids atomiques.	*Longueurs d'ondes (une seule raie, la moins réfrangible des deux).*	Différences.	Variations.
Tels que ci-dessus (avec une seule décimale, à cause des incertitudes de leurs déterminations).	Si..... 412,89		
	Gr 468,04	55,15	$\frac{72,185}{100}$
	Sn 563,00	94,96	
	Al 396,10		
	Ga 417,05	20,95	$\frac{61,814}{100}$
	In..... 450,95	33,90	

Posant

$$\underbrace{61,814}_{\text{Al-Ga-In.}\lambda} : \underbrace{2,8302}_{\text{Al-Ga-In.PA}} :: \underbrace{72,185}_{\text{Si-Gr-Sn.}\lambda} : x = \text{variation de l'accroissement des poids atomiques dans la série Si-Gr-Sn.}$$

» On trouve

$$x = 3,3055 \text{ pour } 100.$$

» L'accroissement de poids atomique de Si à Gr est donc

$$\frac{90}{2,033055} = 44,2684, \quad \text{soit} \quad 44,27,$$

d'où la série

Si........................	28,00	
		44,27
Gr........................	72,27	
		45,73
Sn........................	118,00	

» L'accord est donc très satisfaisant entre les prévisions de la classification donnant 72,28 et le résultat du calcul par les meilleures raies, qui est 72,27.

» Je me permettrai de rappeler qu'une exactitude semblable a été obtenue pour le gallium, antérieurement à toute détermination possible par la balance.

La classification m'avait indiqué	69,82
Le calcul par les raies ([1]) avait fourni	69,86
Plus tard, l'expérience par pesées a donné en moyenne.....	69,87

([1]) Les longueurs d'ondes des raies du gallium employées à cette époque n'étaient

» Le Tableau de M. Mendeleeff attribuait le poids atomique 68 au corps placé entre Al et In. La différence entre les nombres de M. Mendeleeff et les miens était donc beaucoup plus forte pour l'éka-aluminium que pour l'éka-silicium.

» Les poids atomiques que je déduis, soit de la classification seule, soit du calcul des longueurs d'ondes, dépendent naturellement de poids atomiques ou de longueurs d'ondes et de poids atomiques, qui peuvent être entachés de légères erreurs; il est clair que des corrections apportées aux nombres qui ont servi de bases à mes calculs entraîneraient des corrections correspondantes de mes poids atomiques théoriques. Cependant ces erreurs ne paraissent pas devoir être très notables, car l'accord est satisfaisant, pour le gallium et le germanium, entre les données de ma classification et les résultats de l'application de ma règle spectrale.

» Il sera maintenant intéressant de voir si M. Winkler confirmera son poids atomique 72,75, ou s'il le trouvera voisin de 72,3 avec le métal très pur. Et si le germanium avait réellement le PA $= 72,75$, ne serait-on pas un peu en droit de soupçonner l'exactitude des poids atomiques $Si = 28,0$ et $Sn = 118,0$? »

M. Albert Gaudry présente à l'Académie une Note imprimée intitulée : *Sur l'âge de la faune de Pikermi, du mont Léberon et de Maragha*, et s'exprime en ces termes :

« Il y a trente ans que l'Académie a bien voulu me charger d'entreprendre des fouilles à Pikermi. L'âge de Pikermi est important dans l'histoire du monde organique, car c'est le moment où la classe des mammifères a eu son plus grand développement; il y avait alors des Singes, des Machairodus, des Dinotherium, des Mastodontes, des Ancylotherium, des Helladotherium, des Girafes, etc., à côté de troupeaux immenses de charmantes Antilopes et d'Hipparion. Sans doute, en même temps, la végétation avait une richesse extraordinaire pour subvenir à l'alimentation d'herbivores si gigantesques et si nombreux. L'âge de Pikermi marque l'apogée du monde organique.

» A quelle période des temps géologiques faut-il rapporter cet apogée

pas rigoureusement identiques avec celles qui entrent aujourd'hui dans mon calcul des PA du Gr, mais les différences sont très faibles.

du monde organique? Il y a là une question qui intéresse d'autant plus les géologues que la faune de Pikermi a des représentants dans beaucoup de pays : en France, dans le mont Léberon (Vaucluse), dans les Pyrénées, le Cantal, l'Ardèche, à Lyon (à la Croix-Rousse); en Espagne, à Concud; en Allemagne, à Eppelsheim; en Autriche, à Vienne; en Hongrie, à Baltavar; les fossiles des collines Séwalik dans l'Inde appartiennent en partie à l'âge de Pikermi; il en est de même de ceux qu'on découvre en ce moment en Perse, à Maragha.

» Les géologues sont en désaccord sur la question de savoir si la faune de Pikermi doit être rapportée au tertiaire moyen ou au tertiaire supérieur. Dans la Note que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, je donne les raisons qui me portent à attribuer cette faune au tertiaire moyen. »

M. **de Lesseps** offre à l'Académie des photographies représentant les travaux déjà exécutés pendant sa dernière tournée sur les chantiers de l'isthme de Panama.

La montagne de la Culebra que doit traverser le canal maritime n'est pas comprise dans ces vues. Elle a une hauteur de 93^m; elle est décapitée, mais on s'occupe des moyens de travailler à son enlèvement final par des galeries souterraines, à plusieurs étages, comme on le fait actuellement à travers le massif de l'isthme de Corinthe, ayant la même hauteur, dans des conditions identiques et sous la direction de M. Bazaine, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.

Sur la demande de la Commission nommée dans la séance du 24 mai dernier pour examiner la question du niveau des deux océans, M. **Bouquet de la Grye** est prié de s'adjoindre à cette Commission.

MÉMOIRES LUS.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur la gélatine;* par M. P. **Schutzenberger**.

« J'ai repris l'étude des matières collagènes (gélatine, osséine, etc.) dans le but d'étudier la constitution des composés amidés ou imidés moins hydrogénés que les homologues du glycocolle.

» L'osséine dédoublée par l'hydrate de baryte, à une température de

200°, a dégagé en ammoniaque le cinquième de l'azote total. On obtient en même temps de l'acide carbonique et de l'acide oxalique qui sont, avec l'ammoniaque mise en liberté, dans les rapports de décomposition de l'urée et de l'oxamide. Le liquide, débarrassé de l'ammoniaque libre par ébullition et séparé par filtration du dépôt de carbonate et d'oxalate de baryte, enfin privé de l'excès de baryte par précipitation avec l'acide sulfurique, ne retient plus que des principes amidés ou imidés solubles et fixes. Leur ensemble, séché à 120°, soumis à l'analyse élémentaire, donne des nombres conduisant à une expression de la forme $C^nH^{2n}Az^2O^4$ avec une valeur de n égale à 7,2. Le résidu fixe se laisse scinder par l'emploi des dissolvants neutres, alcool à divers degrés, eau, mélanges d'alcool et d'éther :

» 1° En acides amidés de la forme $C^nH^{2n+1}AzO^2$; ceux-ci, rangés par ordre d'importance, comme masse, sont le glycocolle $C^2H^5AzO^2$, l'alanine $C^3H^7AzO^2$ (1), l'acide amidobutyrique $C^4H^9AzO^2$ et la leucine ou acide amidocaproïque $C^6H^{13}AzO^2$;

» 2° En composés acides, homologues, de la forme $C^nH^{2n}Az^2O^5$, avec une valeur de n comprise entre 8 et 10.

» Les données quantitatives anciennes et nouvelles, fournies par mes travaux, conduisent nettement à faire envisager la gélatine ou plutôt l'osséine comme constituée par l'association avec perte d'eau :

» 1° D'une molécule d'urée ou d'oxamide;

» 2° De deux groupes de la forme $C^nH^{2n}Az^2O^5$;

» 3° De quatre groupes $C^nH^{2n+1}AzO^2$ (n étant égal à 2, 3, 4 et 6, avec une valeur moyenne égale à 3, 5).

» Si l'on admet, ce qui paraît très probable, que l'osséine est un mélange de plusieurs principes immédiats très voisins dont l'un fournirait, par son dédoublement, les éléments de l'urée ($CO^2 + 2AzH^3$) et l'autre les éléments de l'oxamide ($C^2H^2O^4 + 2AzH^3$), la constitution de l'osséine peut se représenter par une équation du genre de la suivante, qui satisfait aux données numériques de l'expérience, mais dans laquelle on a pris pour chaque groupe homologue de constituants une valeur moyenne de n :

$$C^2O^2(AzH^2)^2 + \left\{\begin{matrix} C^9H^{18}Az^2O^5 \\ C^{10}H^{20}Az^2O^5 \end{matrix}\right\} + \left\{\begin{matrix} 2(C^3H^7AzO^2) \\ 2(C^4H^9AzO^2) \end{matrix}\right\} - 6H^2O = C^{35}H^{62}Az^{10}O^{14}.$$

(1) Il est probable, d'après mes recherches, que la gélatine fournit les deux modifications de l'alanine (α et β).

» La formule de l'osséine, déduite du dédoublement ou de l'expérience, s'accorde d'une manière satisfaisante avec les résultats analytiques fournis par l'osséine.

» Les acides de la forme $C^n H^{2n} Az^2 O^5$ ($n = 8, 9, 10$) constituent une part importante du produit total du dédoublement. Ils sont difficiles à isoler dans un état de pureté satisfaisant. On n'y arrive qu'en y consacrant beaucoup de temps et en utilisant d'une manière méthodique leur grande solubilité dans l'eau et dans l'alcool absolu froid. On les obtient d'abord sous forme de sirops épais qui se colorent toujours un peu pendant l'évaporation, même dans le vide, et qui, au bout d'un temps très long, finissent par se prendre en une masse cristalline formée d'aiguilles aplaties, groupées autour de centres.

» Par la dessiccation à 100°-120°, ils se changent aisément en anhydrides de la forme $C^n H^{2n-2} Az^2 O^4$ et $C^{2n} H^{4n-2} Az^4 O^9$.

» L'acide acétique anhydre ne donne pas à l'ébullition de dérivé acétylé; la solution évaporée à 125° laisse un résidu foncé en couleur, dont le poids est égal à celui du composé initial.

» Avec l'iodure d'éthyle, en présence d'un alcali, on obtient des dérivés diéthylés, de saveur amère, de consistance sirupeuse, solubles dans l'eau et dans l'alcool. Chauffés vers 330° avec un excès de poudre de zinc, dans un courant d'hydrogène, ces acides donnent une proportion notable d'un liquide volatil, azoté et non oxygéné, peu soluble dans l'eau, à odeur spéciale rappelant celle de l'huile animale de Dippel. Les caractères chimiques et la composition de ces liquides me conduisent à les envisager comme des bases hydropyroliques ($C^5 H^7 Az$, $C^5 H^9 Az$). On n'obtient pas trace de ces produits en soumettant à la même épreuve les acides amidés $C^n H^{2n+1} Az O^2$ (glycocolle, etc., leucine).

» Il devient ainsi très probable que les acides $C^n H^n Az^2 O^5$ renferment leur azote sous forme de groupes d'imide AzH. Cette observation permet de se faire une idée assez approchée de leur constitution. Pour des raisons qu'il serait trop long de développer ici, j'ai été amené à les envisager comme des anhydrides d'oxyacides plus simples, de la forme $C^m H^{2m+1} Az O^3$:

$$2(C^m H^{2m+1} Az O^3) - H^2 O = C^{2m} H^{4m} Az^2 O^5.$$

» Les groupes qui sont liés à l'oxamide en liaison d'amides sont de la forme $C^m H^{2m} Az^2 O^4$ ($m = 8$ à $8,5$). Ce sont les glucoprotéines incristallisables que l'on obtient avec la baryte à 100° seulement.

» Les groupes $C^mH^{2m}Az^2O^4$ se scindent à 200° sous l'influence de la baryte, d'après les équations

$$C^mH^{2m}Az^2O^4 + H^2O = C^nH^{2n+1}AzO^2 + C^pH^{2p+1}AzO^3, \qquad (n + p = m)$$

et

$$2(C^pH^{2p+1}AzO^3) - H^2O = C^{2p}H^{4p}Az^2O^5.$$

» La formule de constitution la plus probable pour une glucoprotéine est représentée par l'expression générale

$$CO^2H.\ C^nH^{2n}.\ AzH \times C^mH^{2m}.\ AzH.\ C^pH^{2p}.\ CO^2H$$ (1).

Elle serait fixée à l'urée ou à l'oxamide par l'un de ses groupes carboxyles CO^2H. A 200°, le partage se fait par addition d'eau (H, OH), au point marqué par une croix $\times$.

$$\begin{aligned} &CO^2H.\ C^nH^{2n}.AzH \times C^mH^{2m}.\ AzH.\ C^pH^{2p}.\ CO^2H + H.\ OH \\ &= CO^2H.\ C^nH^{2n}.\ AzH^2 + OH.\ C^mH^{2m}.\ AzH.\ C^pH^{2p}.\ CO^2H.\end{aligned}$$

» Lors de la production des bases hydropyroliques, on aurait

$$OH.\ C^mH^{2m}AzH.\ C^pH^{2p}.\ CO^2H = H^2O + CO^2 + H^2 + C^{m+p}H^{2m+2p-2} : AzH.$$

» La constitution de la gélatine ou de l'osséine serait

$$C^2O^2 \begin{cases} Az : (CO.\ C^nH^{2n}.\ AzH.\ C^mH^{2m}.\ AzH.\ C^pH^{2p}.\ CO^2H)^2 \\ Az : (CO.\ C^nH^{2n}.\ AzH.\ C^mH^{2m}.\ AzH.\ C^pH^{2p}.\ CO^2H)^2. \end{cases}$$

» J'ai l'honneur de présenter à l'Académie les produits du dédoublement de la gélatine et de l'albumine. »

---

(1) Cette formule rend mieux compte de la nécessité de chauffer à 200° pour dédoubler les glucoprotéines que l'expression

$$CO^2H.\ C^nH^{2n}.\ AzH.\ CO.\ C^pH^{2p}.\ AzH.\ C^mH^{2m}.\ OH,$$

que j'avais d'abord adoptée. Avec cette dernière, le dédoublement en homologue de la leucéine et en oxyacide devrait pouvoir s'effectuer par simple ébullition avec la baryte, comme pour toutes les amides.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIOLOGIE. — *Influence des vapeurs anesthésiques sur les tissus vivants.* Note de M. R. Dubois, présentée par M. Marey.

(Renvoi au Concours du prix de Physiologie.)

« Sous ce titre : *Action des vapeurs de quelques liquides organiques neutres sur la substance organisée*, j'ai publié une série de Notes dans les *Comptes rendus de la Société de Biologie*.

» Mes recherches ont porté principalement sur l'action exercée par les *vapeurs* de chloroforme, d'éther, de sulfure de carbone, d'alcool sur le protoplasma des tissus végétaux et animaux.

» J'ai montré, par des exemples nombreux et variés, que les vapeurs de ces liquides ont la propriété de pénétrer dans l'intimité des tissus et de se substituer, sans changer la forme colloïdale des protoplasma, à l'eau qu'ils renferment normalement.

» Il ne s'agit pas ici d'un phénomène de dessiccation, de dessèchement, comparable à ce que l'on connaît. Ce n'est pas non plus un phénomène d'osmose s'exerçant entre les liquides de nature différente entre lesquels est interposée une membrane. Il y a une véritable affinité mise en jeu, les protoplasma absorbent les vapeurs des liquides anesthésiques et rejettent une certaine quantité d'eau à l'état liquide.

» L'expérience est très démonstrative si l'on fait agir ces vapeurs sur des tissus végétaux pauvres en vacuoles ou en trachées ; car alors l'eau vient s'accumuler à la surface externe des organes sous forme des gouttelettes volumineuses : les feuilles se couvrent d'une couche de rosée abondante. Dans les végétaux très vasculaires, c'est dans l'intérieur des trachées ou des lacunes aériennes que se fait l'accumulation de l'eau chassée par les vapeurs de ces liquides. Le fait est le même pour les tissus animaux.

» On s'explique ainsi facilement pourquoi les graines ne peuvent pas germer, même dans un milieu humide, quand celui-ci contient de semblables vapeurs ; puisque ces mêmes vapeurs chassent l'eau des protoplasma, *a fortiori*, empêcheront-elles l'humidité de pénétrer dans la graine, phénomène essentiel pour la germination.

» La même propriété explique l'action antiseptique de ces vapeurs, car les spores et tous les organismes doivent absorber de l'eau pour se déve-

lopper. De petites proportions de ces vapeurs suffisent pour éliminer une proportion d'eau relativement considérable.

» Enfin, il est à noter que l'action est d'autant plus rapide, d'autant plus puissante, que la vapeur du liquide considéré est plus anesthésique; on peut les ranger d'après leur activité décroissante dans l'ordre suivant :

» 1° Chloroforme;

» 2° Benzine;

» 3° Sulfure de carbone;

» 4° Éther sulfurique;

» 5° Alcool.

» Ces faits me paraissent intéressants en ce qu'ils viennent confirmer l'hypothèse émise par Claude Bernard dans ses *Leçons sur les anesthésiques*, à savoir que les anesthésiques agissent en produisant une *semi-coagulation* du protoplasma. Seulement, à mon avis, il ne s'agit pas d'une coagulation, mais d'un phénomène de substitution analogue à ceux que Graham a étudiés en faisant agir l'éther, l'alcool, etc., sur les hydrates colloïdaux minéraux. »

M. R. Pictet soumet au jugement de l'Académie un Mémoire intitulé : « Nouveau cycle réversible permettant la transformation de la chaleur suivant le premier principe de Thermodynamique : la chaleur ambiante peut être considérée comme une source de travail mécanique disponible ».

(Renvoi à l'examen de MM. Cornu et Sarrau.)

M. de Bernardières soumet au jugement de l'Académie un résumé des nouvelles observations magnétiques qu'il a recueillies dans ses dernières navigations. Ce Mémoire est accompagné des travaux scientifiques effectués par l'auteur depuis dix ans.

(Renvoi à la Commission du prix extraordinaire de six mille francs.)

M. G. Brunel soumet au jugement de l'Académie un Mémoire intitulé : « Explication des phénomènes cométaires ».

(Renvoi à l'examen de M. Faye.)

M. Denizot adresse, pour le Concours du prix Trémont, la description et le dessin d'une nouvelle machine à moissonner.

(Renvoi à la Commission du prix Trémont.)

M. **Ch. Baltet** adresse, pour le Concours du prix de Statistique, un Mémoire intitulé : « Statistique dendrologique de l'hiver 1879-1880 ».

(Renvoi à la Commission du prix de Statistique.)

M. **E.-G. Camus** adresse un Mémoire, en trois Parties, sur la flore du nord de la France.

(Renvoi à la Commission du prix La Fons Mélicocq.)

M. **Radau** adresse un supplément à son « Essai sur la théorie des réfractions astronomiques ».

(Renvoi à la Commission du prix Bordin.)

CORRESPONDANCE.

M. **A. Crova**, élu Correspondant pour la Section de Physique, adresse ses remerciements à l'Académie.

M. **Hayem** et M. **Ch. Richet** prient l'Académie de les comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante, dans la Section de Médecine et de Chirurgie, par M. *Vulpian*, nommé Secrétaire perpétuel.

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Un Ouvrage de M. *H. Harrisse*, portant pour titre : Christophe Colomb, son origine, sa vie, ses voyages, sa famille et ses descendants.

M. **Constant Collin**, d'Anvers, adresse à l'Académie la Lettre suivante :

« Anvers, le 27 mai 1886.

» Je viens de prendre connaissance d'une Communication faite à l'Académie des Sciences, dans sa séance du 10 mai 1886, par M. Serrant, sur l'acide *sozolique* ou acide orthoxyphénylsulfureux; cette lecture m'a immédiatement engagé à prendre connaissance des Communications antérieures du même auteur, faites à l'Académie les 8 et 22 juin 1885 sur l'*aseptol*. J'ai été fort surpris de constater que M. Serrant s'est emparé de tous les travaux publiés par différents savants belges et par moi-même sur cette

question, qu'il les a copiés presque textuellement et qu'en outre il a cru devoir se servir du même nom sous lequel j'avais désigné bien avant lui ce produit, comme on pourrait le vérifier en se reportant aux marques de fabrique que j'ai déposées au Tribunal de Commerce de Paris les 13 septembre et 18 décembre de l'année 1883, c'est-à-dire deux ans avant la publication du premier Mémoire de M. Serrant.

» Je ne veux pas importuner l'Académie en reproduisant ici le texte même de ces recherches; je me borne à lui adresser les Mémoires originaux qui ont paru avant juin 1885 dans les différentes publications scientifiques de la Belgique, notamment les Mémoires de M. Depaire, professeur de Chimie à l'Université de Bruxelles et Membre de l'Académie royale de Médecine de Belgique, et de M. Anneessens, pharmacien-chimiste à Anvers [1]. »

M. Vulpian, Secrétaire perpétuel, après avoir donné lecture de cet extrait, dit qu'il a pris connaissance des documents en question et qu'il a pu se convaincre de l'exactitude de toutes les assertions de M. Constant Collin.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète c* (1886), *faites à l'observatoire de Lyon, équatorial de* 6 *pouces de Brunner*. Note de M. Gonnessiat, présentée par M. Mouchez.

Date. 1886.	Temps moyen de Lyon.	ΔÆ.	Δ℗.	Nombre de comp.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.	✶
	h m s	s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Iai 31..	10.17.44	−11,71	+ 0.30,1	12:10	12. 3.26,77	$\bar{1}$,450	+4. 4.13,0	0,776	1
uin 1..	10.29.18	−33,02	+11. 2,8	12:12	12. 5.11,17	$\bar{1}$,476	+3.25.30,6	0,781	2

Positions moyennes des étoiles de comparaison.

-.	Grandeurs.	Ascension droite.	Réduction au jour.	Déclinaison.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
......	10	12. 3.37,18	+1,30	+ 4. 3.50,0	−7,1	6:8 comp. à ✶ 1′.
......	8	12. 6.40,78	»	+ 4. 2.15,5	»	Lamont, + 3° à + 9°, 840.
......	9	12. 5.42,89	+1,30	+ 3.14.35,0	−7,2	» 835.

» *Mai* 30. — L'éclat de la comète a beaucoup diminué depuis le 25 mai. A $10^h 15^m$, elle est en coïncidence avec une étoile de 11e ou 12e grandeur,

(1) C. Anneessens, *Notice sur l'aseptol* (*Journal de Pharmacie d'Anvers*, 1884, p. 49 et suiv.). — C. Anneessens, *De l'aseptol* (*Journal de Pharmacie d'Anvers*, avril 1885, p. 121 et suiv.). — Depaire, *Rapport sur la Communication de M. Anneessens, relative à l'aseptol* (*Bulletin de l'Académie royale de Médecine*, 28 mars 1885, p. 132 et suiv.). — C. Collin, *Note sur un succédané soluble de l'acide salicylique;* janvier 1884. — C. Collin, *L'aseptol* (*acide orthoxyphénylsulfureux*); Paris, 1884. — Anonyme, *Rapports et attestations des médecins et pharmaciens sur l'aseptol Collin;* Anvers, 1885.

que l'on prend d'abord pour son noyau; la position approchée de cette étoile est : $12^h 0^m 8^s$ et $4°53',0$, 1885,0. Le ciel se couvre avant que la séparation des deux astres soit sensible.

Mai 31. — La comète a l'aspect d'une faible tache lumineuse de 1' de diamètre environ, et présentant une condensation centrale. Comparaisons difficiles.

» *Juin* 1er. — La comète paraît plus faible que la veille; aussi on l'observe avec un grossissement de 45 diamètres seulement.

» Les observations ont été faites avec un micromètre à fils fins, faiblement éclairés. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'herpolhodie.* Note de M. **Hess**, présentée par M. Hermite.

« Sous ce titre il se trouve, dans les derniers Tomes des *Comptes rendus*, une série d'articles occasionnés par une Note de M. de Sparre (1), où cet auteur a montré que la courbe de l'herpolhodie, considérée par Poinsot dans sa *Théorie de la rotation*, ne peut avoir de points d'inflexion (ni de rebroussement). C'est cette propriété que démontrent MM. Mannheim (2), de Saint-Germain (3), Franke (4), Resal (5), en la regardant comme très élégante et très importante.

Mais ce théorème de M. de Sparre n'est pas nouveau.

» Il y a six ans que j'ai traité la question des points d'inflexion de l'herpolhodie pour toutes les surfaces du second degré, dans ma dissertation intitulée : *Das Rollen einer Fläche 2. Grades auf einer invariablen Ebene* (Munich, 1880, 60 p.). Pour établir ma priorité, je me permets de présenter ici mes résultats concernant non seulement cette question, mais encore plusieurs autres qui se rapportent à la forme de l'herpolhodie produite par le roulement d'un ellipsoïde (en indiquant les pages de mon travail où ils se trouvent). J'ai désigné les demi-axes de la dernière surface de la manière suivante :

$$a = \frac{1}{\sqrt{\mathcal{A}}}, \qquad b = \frac{1}{\sqrt{\mathcal{B}}}, \qquad c = \frac{1}{\sqrt{\mathcal{C}}} (a > b > c, \mathcal{C} > \mathcal{B} > \mathcal{A}),$$

(1) *Comptes rendus*, XCIX, p. 909.

(2) *Ibid.*, t. C, p. 938-940; *ibid.*, t. C, p. 963-966; *ibid.*, t. CI, p. 501-504.

(3) *Ibid.*, t. C, p. 1126-1128.

(4) *Ibid.*, t. C, 1573-1576.

(5) *Note sur la courbure de l'herpolhodie* (*Journal de l'École Polytechnique*, LVIe Cahier, p. 275-285).

la distance du centre O au plan tangent a été nommée $h = \frac{1}{\sqrt{\mathfrak{H}}}$. La suite de tous ces plans, construits pour la distance constante h, déterminent sur la surface une courbe à double courbure du quatrième degré, la polhodie de Poinsot. Selon que la distance h est plus grande ou plus petite que le demi-axe moyen b, la polhodie paraît être décrite autour de l'axe le plus grand ou le plus petit de l'ellipsoïde; pour l'égalité $h = b$, elle dégénère en deux ellipses, dont les plans se coupent sur l'axe moyen. Pour les conditions $\mathcal{C} > \mathcal{B} > \mathcal{A}$, l'ellipsoïde se nomme *ellipsoïde central*, quand $\mathcal{C} < \mathcal{A} + \mathcal{B}$, et *ellipsoïde non central* dans le cas inverse.

» I. *Sur les points d'inflexion de l'herpolhodie de l'ellipsoïde.* — Les propositions que j'ai obtenues dans mon travail sont les suivantes :

» *Dans l'herpolhodie, des points d'inflexion sont impossibles, si l'ellipsoïde roulant est un ellipsoïde central* (p. 32).

» *Dans l'herpolhodie, des points d'inflexion sont de même impossibles, si l'ellipsoïde roulant est un ellipsoïde non central, la distance entre le plan invariable et le centre de l'ellipsoïde étant plus petite que le demi-axe moyen* (*ibid.*).

» *Dans l'herpolhodie, des points d'inflexion sont non seulement possibles, mais encore nécessaires, si l'ellipsoïde est un ellipsoïde non central, et la distance ci-dessus mentionnée surpassant le demi-axe* (*ibid.*).

» Le premier de ces théorèmes a été démontré par tous les auteurs dont j'ai fait mention au commencement; le deuxième se trouve dans le Traité de M. Resal et dans une seconde Note de M. de Sparre [1]; le troisième, enfin, ne me semble nulle part précisément énoncé. On ne peut guère dire que dans le cas en question des points d'inflexion *peuvent* exister, mais qu'ils *doivent* paraître.

» Quant aux méthodes de démonstrations, les déductions purement géométriques, comme celles de M. Mannheim, sont très élégantes, mais elles ne sont pas susceptibles de s'appliquer directement à l'herpolhodie des autres surfaces du second ordre, comme les formules analytiques permettent de le faire sans peine. Parmi les dernières, je préférerais celles de M. Resal, qui se distinguent par un haut degré de clarté et de simplicité, pour le cas où il s'agit de démontrer seulement les théorèmes précédents sur les points d'inflexion de l'herpolhodie. Mais, si l'on veut répondre à des questions ultérieures concernant la forme de la courbe, il faut recourir à l'emploi des fonctions elliptiques. C'est, en effet, d'une formule de M. Her-

---

(1) *Comptes rendus*, t. CI, p. 370-373.

mite [1], exposée dans son célèbre Traité *Sur quelques applications des fonctions elliptiques*, que M. de Sparre a fait usage pour démontrer ces propositions. Dans mon travail cité, moi aussi, j'ai introduit les fonctions en question, mais d'une manière toute différente de celle de M. Hermite.

» D'après le premier théorème, les idées que Poinsot et son interprète Chelini [2] se sont formées sur le cours de l'herpolhodie de l'ellipsoïde central reposaient sur une erreur, comme je l'ai fait remarquer dans ma dissertation citée (p. 33). De même, des expériences qui ont été faites par M. V. Obermayer [3], avec un appareil construit par M. Mach [4], constatent cette erreur et mettent à l'épreuve la vérité des trois théorèmes d'une manière très satisfaisante (p. 33).

» Sur les *points d'inflexion de l'herpolhodie des deux hyperboloïdes*, j'ai démontré les théorèmes suivants :

» *L'herpolhodie de l'hyperboloïde à une nappe ne peut jamais posséder de points d'inflexion, quand la distance entre le plan tangent invariable et le centre de l'hyperboloïde est plus grande que le demi-axe réel mineur* (p. 46).

» *Ces points sont aussi exclus, quand même cette distance est plus petite, lorsque la valeur du moment d'inertie autour de l'axe imaginaire est plus grande que la différence des moments autour des axes réels. Dans le cas contraire, les points d'inflexion sont possibles* (p. 46).

» *L'herpolhodie de l'hyperboloïde à deux nappes ne peut avoir de points d'inflexion que sous la condition que le moment d'inertie autour de l'axe réel soit plus petit que la différence des moments autour des axes imaginaires. Si cette condition n'est pas satisfaite, les points d'inflexion font défaut* (p. 48).

» Ces propositions se trouvent de même dans la seconde Note de M. de Sparre.

» La possibilité ou l'impossibilité de points d'inflexion sont caractéristiques pour des ellipsoïdes non centraux ou centraux. Sous ce point de vue, on doit, par conséquent, distinguer des *hyperboloïdes centraux* et des *hyperboloïdes non centraux*, qui, tous les deux, sont définis par des inégalités entre les grandeurs des moments principaux d'inertie analogues à celles de l'ellipsoïde (p. 48). »

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXVI, p. 277.
(2) *Determinazione analitica*, etc. [*Mem. dell' Acc. di Bologna* (1), t. X].
(3) Carl, *Repertorium der Experimentalphysik*, t. XV, p. 361-363.
(4) *Ibid.*, t. IV, p. 361.

PHYSIQUE. — *Extension de la loi générale de solidification au thymol et à la naphtaline.* Note de M. **F.-M. Raoult.**

« Sous le nom de *loi générale de congélation des dissolvants*, j'ai, il y a déjà plusieurs années, formulé la loi suivante :

» *Une molécule d'un composé quelconque, en se dissolvant dans* 100 *molécules d'un liquide quelconque, de nature différente, abaisse le point de congélation de ce liquide d'une quantité à peu près constante et voisine de* 0°,62 (¹).

» Les faits observés depuis lors n'ont fait que confirmer cette loi (²). Il est vrai que toutes les expériences ont porté, jusqu'ici, sur des dissolutions faites dans des liquides dont le point de solidification est peu différent de la température ordinaire (eau, benzine, nitrobenzine, bibromure d'éthylène, acide formique, acide acétique), et l'on peut se demander si des écarts ne se manifesteraient pas avec des dissolvants dont le point de solidification serait plus élevé. Pour répondre à cette question, j'ai entrepris de nouvelles expériences en employant comme dissolvants les deux composés ci-après :

» Le thymol, qui se solidifie à 48°,55;

» La naphtaline, qui se solidifie à 80°,10.

» La détermination exacte du point de solidification des dissolutions, faites dans ces corps en fusion, présente quelques difficultés et exige des dispositions particulières. Ces dissolutions sont placées dans une éprouvette à pied, immergée dans un bain liquide de température convenable. Elles sont constamment agitées par un agitateur trembleur, de forme conique, animé d'un mouvement automatique. Leur température est donnée par des thermomètres très sensibles dont la tige ne comprend que 15°. Chaque dissolvant a donc son thermomètre spécial; mais tous ces thermomètres ont été soigneusement vérifiés et comparés avec un bon étalon. Un large couvercle en argent, maintenu chaud, est posé sur les bords de l'éprouvette; il empêche l'évaporation du liquide et sa solidification par la surface. La méthode générale d'observation reste, d'ailleurs, la même que

---

(¹) *Comptes rendus* du 27 novembre 1882.

(²) *Comptes rendus*, t. XCV à CI, et *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. II à IV.

par le passé. On parvient ainsi à obtenir des résultats exacts à $\frac{1}{50}$ près, en valeur relative. Voici les conclusions de ce travail :

» Dans le *thymol*, employé comme dissolvant, les matières organiques de tous les types et les chlorures métalloïdiques produisent un abaissement moléculaire de solidification qui est toujours sensiblement le même et voisin de 92. Les choses se passent donc ici comme dans l'acide acétique et l'acide formique ; la valeur de l'abaissement moléculaire est seule changée.

» Dans la *naphtaline*, employée comme dissolvant, les chlorures métalloïdiques et les matières organiques (à l'exception des alcools et des acides) produisent un même abaissement moléculaire de solidification, voisin de 82. Quant aux alcools et aux acides, ils y déterminent un abaissement moléculaire voisin de 41, nombre moitié du précédent, et que je considère comme anormal. On se rappelle que, dans la benzine, la nitrobenzine et le bibromure d'éthylène, les corps hydroxylés présentent une anomalie semblable.

» Si l'on divise l'abaissement moléculaire normal de solidification dans un dissolvant déterminé par le poids moléculaire de ce dissolvant, on obtient, comme je l'ai dit ailleurs, l'abaissement du point de solidification que produirait une seule molécule, dissoute dans 100 molécules dissolvantes. Pour les corps dissous dans le *thymol*, composé dont le poids moléculaire est 150, cet abaissement est $\frac{92}{150}$ ou 0°,61 ; pour les substances dissoutes dans la *naphtaline*, dont le poids moléculaire est 128, cet abaissement est $\frac{82}{128}$ ou 0°,64.

» Il est évident que les nombres 0°,61 et 0°,64 ainsi trouvés se rapprochent, autant qu'on peut le désirer, de 0°,62 donné par la *loi générale*, et, par conséquent, que cette loi s'applique au *thymol* et à la *naphtaline*, tout aussi bien qu'aux autres dissolvants antérieurement étudiés. Donc, entre zéro et 80°, et, vraisemblablement, entre des limites de température beaucoup plus étendues, *la loi générale de congélation* (ou de solidification), que j'ai rappelée en commençant, *s'applique à tous les dissolvants de nature organique, quelle que soit la température à laquelle ils se solidifient.* »

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur une illusion visuelle et l'oscillation apparente des étoiles*. Note de M. **H. de Parville**.

« M. Charpentier vient d'appeler l'attention sur une illusion visuelle intéressante ([1]).

» Lorsque l'œil regarde pendant quelque temps, dans une complète obscurité, un objet immobile de petit diamètre et faiblement éclairé, le plus souvent cet objet paraît se mouvoir avec une certaine vitesse ou décrire des sinuosités. Cette illusion nous semble devoir être rapprochée d'un phénomène peu connu que les Allemands désignent sous le nom de *sternschwanken*, qui correspond à peu près à l'expression française « sautillement des étoiles ».

» Lorsque, la tête bien appuyée contre un mur, on fixe une étoile, il arrive, le plus souvent, que l'étoile paraît s'agiter et osciller rapidement. M. G. Schweizer, de Moscou, est, à notre connaissance, le premier qui ait signalé cette forme particulière de *sternschwanken,* qu'il ne faut pas confondre avec celle dont a parlé Humboldt après son ascension au pic de Ténériffe et qui a une tout autre cause ([2]). Les observations de M. Schweizer remontent à 1856. La température dans la soirée était de — 16° C., le ciel pur, mais foncé; or il s'aperçut que Jupiter, Sirius et différentes autres étoiles oscillaient plus ou moins vite; mais ces astres se déplaçaient en même temps et décrivaient des courbes semblables. Quand on les examinait à travers une lunette, les étoiles reprenaient leur immobilité. Il faut, pour que le phénomène ait lieu, qu'il n'y ait pas de Lune et que les astres se montrent dans un ciel sombre.

» Ce phénomène est bien d'ordre subjectif, comme celui qu'a décrit M. Charpentier; car le déplacement des étoiles n'est pas le même et les mouvements ne concordent pas pour différents observateurs. Il cesse de se produire quand on regarde en remuant vivement les paupières; dans les mêmes conditions, pour nous du moins, l'expérience de M. Charpentier ne réussit pas davantage. Ces faits semblent donc prouver qu'il existe une certaine analogie entre l'illusion visuelle produite expérimentalement par M. Charpentier et le *balancement des étoiles*. »

([1]) *Comptes rendus,* t. CII, n° 21.

([2]) Cosmos, *Voyage aux régions équinoxiales.*

CHIMIE MINÉRALE. — *Action des acides hydrogénés sur l'acide vanadique.* Note de M. A. **Ditte**, présentée par M. Debray.

« Nous avons vu que certains acides oxygénés peuvent se combiner à l'acide vanadique; ceux qui, comme l'acide sulfureux, sont avides d'oxygène le réduisent avec plus ou moins d'énergie; c'est aussi le rôle de réducteurs que jouent vis-à-vis de ce composé les hydracides de la famille du chlore employés en dissolution.

I. *Acide iodhydrique.* — Lorsqu'on verse de l'acide iodhydrique dans une solution chaude d'acide vanadique rouge, on observe immédiatement la formation d'un dépôt vert foncé et, la mise en liberté d'une certaine quantité d'iode. Si l'acide iodhydrique est en excès, le dépôt vert disparaît entièrement à l'ébullition, en même temps que d'abondantes vapeurs d'iode se dégagent; toutefois la liqueur reste fortement colorée par de l'iode dissous dans l'acide iodhydrique, et, si on l'évapore en cet état, le produit qui se sépare est mélangé de cristaux d'iode qu'il est impossible d'en séparer. Il n'en est plus de même si l'on traite tout d'abord la dissolution par de l'argent en poudre : tout l'iode libre se change en iodure d'argent, et la totalité de celui-ci se précipite quand on étend d'eau la liqueur concentrée; on obtient de la sorte une liqueur qui, après filtration, est bleu verdâtre; quand on l'évapore dans le vide, sa couleur devient de plus en plus foncée à mesure que la concentration augmente; finalement elle devient brun foncé, puis elle dépose une masse cristalline radiée presque noire et déliquescente. Débarrassés de leur eau mère, en les séchant dans de l'air sec sur des plaques de porcelaine, ces cristaux offrent une composition représentée par la formule $2VO^3I, 3HI, 20HO$.

» Abandonnés pendant plusieurs jours dans le vide sec, ces cristaux cessent de fumer à l'air; ils perdent de l'acide iodhydrique et contiennent $VO^3I, HI, 8HO$.

» Les combinaisons ainsi obtenues sont des dérivés de l'acide hypovanadique VO^4 et non pas de l'oxyde VO^3; on peut s'en assurer de la manière suivante :

» 1° On dose avec une solution titrée d'acide sulfureux l'iode mis en liberté quand on traite un poids déterminé d'acide vanadique par de l'acide iodhydrique en excès; on tient compte par un premier dosage de la très faible quantité d'iode retenue par l'acide iodhydrique employé qui n'est

jamais incolore, et l'on constate que la dissolution d'un équivalent d'acide vanadique correspond à la mise en liberté de 127gr d'iode; on a donc, abstraction faite de l'eau,

$$VO^5 + HI = VO^4 + HO + I.$$

Mais l'acide hypovanadique hydraté se trouvant en contact avec un excès d'acide iodhydrique donne lieu à une action secondaire de laquelle résulte un oxyiodure sans réduction nouvelle

$$VO^4 + HI = VO^3I + HO.$$

Enfin l'oxyiodure dérivé de VO^4 s'unit à une quantité plus ou moins considérable d'acide iodhydrique; on a donc en somme, pour l'ensemble de la réaction en présence de l'eau,

$$2VO^5 + 7HI = 2VO^3I, 3HI + 2I + 4HO$$

ou

$$VO^5 + 3HI = VO^3I, HI + I + 2HO,$$

selon qu'il se forme la première ou la seconde combinaison.

» 2° Les cristaux sont très solubles dans l'eau et la solution traitée par un excès d'ammoniaque donne un précipité vert foncé, qu'on peut laver à l'eau froide sans qu'il se dissolve jusqu'à ce que tout le sel ammoniacal ait disparu de la liqueur; il se dissout et l'eau de lavage devient verte quand la purification est achevée; on obtient alors, en traitant le précipité par l'eau bouillante, une dissolution vert foncé, qui donne, quand on l'évapore dans le vide, de petits cristaux verts, présentant la composition d'un hypovanadate d'ammoniaque $VO^4, 2AzH^4O$; la dissolution s'oxyde d'ailleurs peu à peu à l'air et devient incolore; elle ne renferme plus alors que du vanadate neutre d'ammoniaque.

» La réduction de l'acide vanadique par l'acide iodhydrique, dans les conditions qui viennent d'être indiquées, ne va donc pas au delà de la perte d'un équivalent d'oxygène.

» Le précipité vert qui se forme au commencement de l'opération est de l'acide vanadique, dont l'apparition tient à ce que le premier effet de l'acide iodhydrique est de précipiter l'acide rouge dissous, en l'amenant à la deuxième forme moins soluble. La couleur verte du précipité se produit dans beaucoup de circonstances : elle est due à une légère altération toute superficielle et qui ne modifie pas la composition du corps considéré.

» II. *Acide bromhydrique.* — Une solution de cet acide versée dans une liqueur chargée d'acide vanadique rouge commence par le précipiter en flocons jaune verdâtre, appartenant à la variété peu soluble; ils se dissolvent quand on chauffe doucement, après avoir ajouté un excès d'hydracide et laissent une liqueur foncée brun verdâtre contenant du brome; celui-ci se dégage peu à peu quand on fait bouillir la dissolution, et il reste bientôt un liquide bleu verdâtre, semblable à celui qu'a donné l'acide iodhydrique une fois l'iode libre éliminé. Ce liquide, évaporé dans le vide en présence de potasse, destinée à absorber les vapeurs d'acide bromhydrique, se fonce graduellement et finit par déposer des cristaux très déliquescents vert foncé; ils se dissolvent dans l'eau en donnant une liqueur bleu verdâtre quand elle est étendue, vert foncé quand elle est concentrée, et leur composition est représentée par la formule $VO^3Br, HBr, 7HO$; la solution se comporte d'ailleurs avec l'ammoniaque comme celle du composé iodé analogue. L'action de l'acide vanadique sur un excès d'acide bromhydrique dissous, toute semblable à celle que ce corps exerce sur l'acide iodhydrique, peut être exprimée par

$$VO^5 + 3HBr = VO^3Br, HBr + 2HO + Br.$$

» III. *Acide chlorhydrique.* — L'addition de quelques gouttes d'acide chlorhydrique concentré à une solution chaude d'acide vanadique rouge y détermine la précipitation de cet acide, sous la forme d'un dépôt jaunâtre, et la liqueur se prend en masse. Le dépôt se dissout peu à peu sans changer d'aspect quand on chauffe le mélange après y avoir ajouté de l'acide chlorhydrique en excès, et il se dégage du chlore, tandis qu'il reste une dissolution jaune clair. Évaporée dans le vide, celle-ci se comporte comme les précédentes : sa couleur devient plus sombre, à mesure que la concentration s'avance, et la teinte arrive jusqu'au brun foncé; le liquide, s'il est en faible quantité, se dessèche en un enduit presque noir; il donne des cristaux si l'on a opéré sur un poids notable d'acide vanadique. Les cristaux vert foncé, peu nets, se dissolvent dans l'eau en donnant une liqueur verte; l'acide chlorhydrique libre s'est dégagé tout entier pendant l'évaporation dans le vide au-dessus de potasse, et les cristaux renferment

$$VO^3Cl, 4HO;$$

ils sont donc constitués par un oxychlorure dérivant de l'acide hypovanadique.

» Quant à l'acide fluorhydrique, il se comporte d'une manière différente; son action sur l'acide vanadique sera étudiée ultérieurement. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de l'oxyde de plomb sur le chlorhydrate d'ammoniaque.* Note de M. F. ISAMBERT, présentée par M. Troost.

« J'ai, dans une Note précédente [1], indiqué une théorie de la préparation du gaz ammoniac, fondée sur des expériences nouvelles, et j'ai considéré, en particulier, l'action du chlorhydrate d'ammoniaque sur l'oxyde de plomb anhydre. Le mélange, placé dans un tube barométrique, dégage du gaz ammoniac; mais la tension de ce gaz m'a paru posséder, à une température donnée, une tension maximum qui croît avec la température. J'ai pensé qu'il était intéressant d'étudier cette réaction d'une manière spéciale; car, le chlorure de plomb n'absorbant pas le gaz ammoniac, nous aurions un exemple d'une action chimique complexe, nettement limitée par la pression du gaz dégagé, réaction qui devrait changer de sens si la pression du gaz se trouvait, par suite des variations de température, supérieure à la tension maximum.

» Je me suis servi, pour ces recherches, d'un manomètre à air libre, dont l'une des branches était réunie par un tube latéral avec un ballon contenant le mélange d'oxyde de plomb et de chlorhydrate d'ammoniaque. La jonction du tube et du ballon était faite à l'aide de montures métalliques et du collier à gorge de Regnault. Cette branche du manomètre était munie d'un robinet en verre qui permettait de faire le vide dans le ballon et le manomètre. Ce robinet étant fermé, le gaz se dégageait dans un espace limité, et la différence des hauteurs du mercure, dans les deux branches, permettait de calculer la pression du gaz dégagé.

» Comme la présence de l'eau est indispensable pour la réaction inverse, qui reproduit le chlorhydrate d'ammoniaque,

$$\mathrm{PbCl + AzH^3 + HO = PbO + AzH^3HCl},$$

et, par suite, limite la décomposition, il importait que tout l'appareil pût être maintenu à la même température. Ses dimensions étaient telles qu'il se logeait tout entier dans une grande étuve d'Arsonval, fermée d'un côté par une glace, étuve qui m'avait déjà servi pour l'étude du carbonate anhydre d'ammoniaque.

» L'appareil conservait le vide assez bien pour que des mesures, faites après que l'appareil avait été abandonné pendant quinze jours, fussent

(1) *Comptes rendus,* 23 mars 1885.

d'accord avec les autres. L'analyse du gaz, extrait de l'appareil à diverses reprises, a montré en outre qu'il ne restait pas d'air.

» J'ai constaté, à l'aide de l'appareil ainsi disposé, que le gaz dégagé, dans le vide, par la réaction de l'oxyde de plomb sur le chlorhydrate d'ammoniaque, acquiert, au bout de quelques heures, une tension maximum qui reste constante tant que la température est invariable; cette pression maximum croît assez rapidement avec la température. En outre, quand la température diminue de T à t, la pression du gaz va en décroissant également et reprend la valeur qui correspond à cette température t. En enlevant du gaz dans le cours des expériences, de même qu'en introduisant une nouvelle quantité du mélange d'oxyde de plomb et de chlorhydrate d'ammoniaque, je n'ai pas obtenu de différences dans la tension du gaz à une température donnée, quand l'équilibre était de nouveau atteint. L'action de l'oxyde de plomb sur le chlorhydrate d'ammoniaque, réaction qui absorbe de la chaleur, est donc limitée, comme un phénomène ordinaire de dissociation, par la pression du gaz dégagé.

» Il faut avoir soin, pour ces expériences, de calciner l'oxyde de plomb pour lui enlever l'acide carbonique qu'il absorbe lentement, au contact de l'air, afin d'éviter ainsi la formation de carbonate d'ammoniaque qui augmenterait sensiblement les pressions observées.

» J'indiquerai, en terminant, quelques-uns des résultats obtenus, afin de donner une idée de la marche du phénomène.

» Les nombres qui correspondent à des températures voisines proviennent souvent de mesures faites à plusieurs jours d'intervalle, alors qu'on avait, de nouveau, fait le vide, que la température allait en augmentant ou, au contraire, en diminuant.

» La courbe que l'on trace en réunissant ces diverses données est régulière.

» La colonne I donne les températures, II les pressions totales, gaz ammoniac et vapeur d'eau, III la pression obtenue en retranchant des nombres de la colonne II les tensions de la vapeur d'eau aux températures correspondantes, d'après les Tables de Regnault :

I.	II.	III.	I.	II.	III.
17°,5	296mm	281mm	36°,3	599mm	554mm
22	346	326,3	39,5	675	621,5
24,2	377	355	42	733	672
27	420	393,5	45,9	839	764
29,7	469	438	48,9	926	839
32,1	514,5	479			

» On voit par ce Tableau que la tension maximum devient égale à la pression atmosphérique normale vers 42°, et seulement vers 46° lorsqu'on déduit la force élastique de la vapeur d'eau.

» La réaction de l'oxyde de plomb sur le chlorhydrate d'ammoniaque, réaction qui absorbe de la chaleur, est donc entièrement comparable à un phénomène de dissociation et soumise aux lois ordinaires de la dissociation. »

CHIMIE. — *Sur le molybdate de cérium.* Note de M. **Alph. Cossa**, présentée par M. Friedel.

« La Note très importante que M. *Didier* vient de publier sur les tungstates et les chlorotungstates de cérium ([1]) m'engage à faire connaître les résultats des expériences que j'ai faites, il y a deux ans, sur le même sujet.

» 1. La forme des cristaux de tungstate de cérium que j'ai préparés en 1880, d'après une méthode différente de celle suivie par M. Didier, a été étudiée dans la même année par Q. Sella ; mais les mesures goniométriques qui prouvent l'isomorphisme du sel de cérium avec la schéelite restèrent inédites et furent publiées pour la première fois dans mon éloge historique de Q. Sella lu à l'Académie des Lincei le 11 juin 1885 ([2]).

» 2. En 1884, j'ai fait connaître que j'avais préparé le molybdate de didyme cristallisé par la fusion du molybdate amorphe, et que, d'après les déterminations de M. Friedel, ce molybdate est isomorphe avec la wulfénite ([3]). Ensuite j'ai obtenu le même sel par la fusion d'un mélange de sulfate neutre de didyme, de molybdate et de chlorure de sodium. Dans cette préparation, le molybdate de didyme est accompagné d'autres produits parmi lesquels j'ai pu reconnaître un molybdate acide de didyme et un molybdate double de didyme et de soude. M. La Valle a bien voulu se charger de la mesure des cristaux de molybdate neutre de didyme obtenus par cette nouvelle méthode, et les résultats de ces déterminations con-

([1]) *Comptes rendus,* t. CII, p. 823.

([2]) *Mémoire de l'Académie royale des Lincei,* 4e série, vol. II, Classe des Sciences physiques et naturelles; Rome, 1885. L'éloge historique précède dans ce Volume les Mémoires de cristallographie de Q. Sella, nouvellement publiés par l'Académie des Lincei.

([3]) *Comptes rendus,* t. XCVIII, p. 990.

cordent parfaitement avec ceux obtenus précédemment par M. Friedel sur les cristaux préparés par la simple fusion du molybdate amorphe.

» 4. M. Didier vient de préparer le molybdate neutre de cérium isomorphe avec la schéelite par la fusion d'un mélange de molybdate neutre de sodium et de chlorure céreux, ou d'un mélange de molybdate acide de sodium et d'oxyde cérosocérique. Depuis l'année 1884, j'ai obtenu le molybdate de cérium en cristaux octaédriques isomorphes avec la wulfénite par la seule fusion du molybdate amorphe, et par conséquent d'après une méthode différente de celle de M. Didier. Mais les résultats de mes expériences sont restés jusqu'à présent inédits.

» Lorsqu'on mélange à la température ordinaire des solutions contenant des quantités équimoléculaires de sulfate céreux et de molybdate de soude, on obtient d'abord un précipité blanc gélatineux, qui bientôt change de couleur et devient jaune et cristallin. L'analyse du précipité parfaitement desséché montre qu'il est formé de molybdate neutre de cérium. On a obtenu 43,08 pour 100 d'oxyde céreux, au lieu de 43,30 qu'on aurait d'après la formule $CeMoO^4$. Par la fusion de ce molybdate dans une atmosphère inerte, on obtient un culot d'une matière cristalline homogène ayant la même composition qu'avant la fusion et tapissée par des géodes de cristaux octaédriques de molybdate céreux. Ces cristaux ont une densité égale à 4,56 et, d'après les mesures faites par M. La Valle à l'Institut minéralogique de l'Université de Rome, présentent les angles suivants :

n = nombre des arêtes mesurées sur chaque cristal.

	Arêtes terminales (n).	n.	*Arêtes basales* (n).	n.
1er cristal	80° 9′ 49″	(10)	48° 48′	(1)
2e »	80. 9.12	(10)	48.56	(3)
3e »	80.13	(2)		
4e »	80.17	(2)		
5e »	80.11.30	(5)	48.34	(1)

» La forme du molybdate de cérium que M. Didier et moi avons préparé par des méthodes différentes confirme l'analogie de structure moléculaire de quelques combinaisons des métaux de la cérite avec les combinaisons correspondantes du calcium et du plomb, analogie sur laquelle je crois devoir encore insister, quoique plusieurs chimistes contestent aujourd'hui l'importance des considérations qui se fondent sur l'isomorphisme. »

CHIMIE. — *Sur un nouvel alliage d'aluminium*. Note de M. **Bourbouze**, présentée par M. Debray.

« Les applications de l'aluminium se sont développées depuis la découverte de H. Sainte-Claire Deville; mais ce métal en aurait eu de plus nombreuses encore si l'on avait su le souder comme on soude les autres métaux ou leurs alliages. Au mois de juin 1884, j'ai fait connaître à l'Académie un procédé permettant d'effectuer une soudure solide de l'aluminium, qui est entré dans la fabrication des instruments d'Optique. Toutefois la difficulté du travail de l'aluminium obligeait encore à employer le laiton pour les garnitures intérieures destinées à recevoir les bagues des rentrants. Toutes les difficultés disparaissent si l'on remplace l'aluminium par un alliage d'aluminium et d'étain et, en particulier, par celui qui résulte de la fusion de 10 parties d'étain et de 100 d'aluminium. Cet alliage, plus blanc que l'aluminium, a une densité de 2,85, peu supérieure à celle du métal pur; il peut donc, aussi bien que l'aluminium, servir à la construction de tous les instruments qui exigent une grande légèreté. Son inaltérabilité à la plupart des agents est supérieure à celle de l'aluminium, comme aussi la facilité de son travail; enfin il est possible de le souder aussi facilement que le laiton, sans aucune préparation spéciale.

» On voit donc que l'alliage nouveau, par l'ensemble de ses propriétés, est destiné à élargir singulièrement le cercle d'applications de l'aluminium. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la présence de la cholestérine dans quelques nouveaux corps gras d'origine végétale*. Note de MM. **Éd. Heckel** et **Fr. Schlagdenhauffen**, présentée par M. A. Chatin.

« En étudiant récemment divers corps gras obtenus par extraction au moyen de dissolvants de diverses graines ou drogues présentant un intérêt médical, nous avons été frappés de l'analogie qu'offrent entre elles les réactions chimiques ou histochimiques de quelques-unes de ces substances ou des tissus qui les renferment.

» L'*acide sulfurique,* additionné de *chloroforme,* et surtout le mélange de ces deux corps avec une trace de *chlorure ferrique,* nous ont presque tou-

jours fourni une coloration *bleu violacé* ou *verdâtre*, quelquefois aussi *brun rouge*, semblable d'ailleurs à celle qu'on observe pour certaines huiles, celle d'olive, par exemple.

» Ces phénomènes nous paraissent dus à la présence d'un même principe contenu dans ces corps. Or, comme l'huile d'olive renferme de la *cholestérine* (BENEKE, *Rép. de Chimie pure;* 1862, t. II, p. 471), et que ce composé jouit de la propriété de donner, avec l'*acide sulfurique,* le *chlorure ferrique* et le *chloroforme,* une coloration rouge pourpre, bleue ou verte, selon les proportions des réactifs employés, il était naturel de penser que les corps gras en examen renferment le même principe commun à l'huile d'amandes douces (Lindenmayer), à la matière grasse du blé (RITTHAUSEN, *Journ. f. prakt. Chim.*, t. LXXXVIII, p. 145) ou à celle extraite des grains de maïs (Hoppe-Seyler).

» C'est dans le but de vérifier cette hypothèse que nous avons entrepris les essais suivants sur les huiles de graines de Chaulmoogra (*Gynocardia odorata* Roxb.), de Bonduc (*Giulandina Bonducella* Flem., et *Cæsalpinia Bonducella,* Roxb.) et de Jéquirity (*Abrus precatorius* Lam.) et sur le mélange de corps gras et de cire extrait des feuilles d'*Erythroxylum hypericifolium* Lam.).

» 1° Les huiles ou corps gras solides ont été traités par l'alcool bouillant. Les produits obtenus après distillation préalable du dissolvant ont été examinés séparément en vue d'y suivre les phénomènes de coloration développés par le contact des réactifs. On a constaté que la partie de l'huile soluble dans l'alcool, traitée par le chlorure ferrique et l'acide sulfurique additionné de chloroforme, se colorait avec une intensité de nuance beaucoup plus vive que la partie insoluble. Dans quelques cas, même, la partie dissoute dans l'alcool, abandonnée pendant un temps plus ou moins long, *un mois environ*, déposait des cristaux feuilletés qui, exprimés entre des feuilles de papier buvard, jouissent de la propriété de se colorer en rouge au contact de l'acide sulfurique et du chloroforme. Ces cristaux fondent à la température de 134° à 138°.

» Nous n'avons donc eu affaire ni à des corps gras ni à des acides gras, mais à un composé jouissant des mêmes propriétés physiques et chimiques que la cholestérine.

» 2° Dans une autre série d'expériences, nous avons procédé à la saponification des corps gras, repris les savons par l'eau et agité le tout dans un entonnoir à robinet avec une grande quantité d'éther sulfurique. Le liquide éthéré a été distillé, puis évaporé au bain-marie. Nous avons obtenu

généralement comme résidu un composé cristallisé sous forme de tables rhomboédriques ou d'aiguilles fines, fusible de 135° à 138°, soluble dans le *chloroforme*, l'*éther de pétrole* et l'*alcool bouillant*, et jouissant de la propriété de se colorer en rouge au contact d'*acide sulfurique* et d'un égal volume de *chloroforme* ou d'*acide sulfurique*, de *chloroforme* et d'une trace de *chlorure ferrique*.

» Ces réactions de couleur, jointes à la réaction histochimique au microscope et à la détermination du point de fusion du corps, obtenues dans les deux conditions expérimentales ci-dessus, nous autorisent donc à admettre que les corps gras soumis à l'analyse renferment de la *cholestérine*. Cette propriété, comme on le sait, est, du reste, partagée par d'autres substances (*pois, lentilles*) de l'ordre végétal. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la présence de la cholestérine dans la carotte; recherches sur ce principe immédiat.* Note de M. A. **Arnaud**, présentée par M. Chevreul.

« On sait qu'il existe dans les végétaux un principe immédiat, isomère de la cholestérine, découverte par M. Chevreul dans l'organisme animal : ces deux substances ont la même composition élémentaire et les mêmes propriétés principales, elles ne diffèrent que par quelques degrés dans le point de fusion et par une solubilité un peu moindre dans l'alcool pour la cholestérine végétale (¹). Or, dans mes recherches sur la carotine (²), j'ai eu l'occasion de préparer la substance cristallisée incolore qu'Husemann a isolée de la carotte (³) et qu'il a décrite sous le nom d'*hydrocarotine :* j'ai reconnu que ce principe immédiat n'est en réalité que la cholestérine végétale; Husemann, croyant avoir découvert un corps nouveau, lui a donc

(¹) Voici les différences constatées :
Cholestérine des calculs biliaires fond à 145°.
100^{cc} d'alcool à 95° et à la température de 17° ont dissous 0^{gr},710.
Cholestérine végétale extraite de la carotte fond à 136°,5.
100^{cc} d'alcool dans les mêmes conditions ont dissous 0^{gr},410.

(²) *Comptes rendus*, 17 mai 1886.

(³) *Ann. der Chem. und Pharm.*, t. CXVII, et *Dictionnaire de Chimie* de Wurtz, article *Carotine*.

assigné une composition et une formule complètement erronées, ainsi que cela résulte des expériences et des analyses qui font l'objet du présent travail.

» Dans le procédé que j'ai publié relatif à la préparation du carotène, le pétrole ayant servi aux lavages des résidus du traitement par le sulfure de carbone, distillé, abandonne, à l'état de masse butyreuse, la cholestérine végétale, colorée en rouge par de l'huile saturée par du carotène plus ou moins oxydé; on redissout les cristaux impurs dans l'alcool bouillant, on filtre pour séparer l'huile et les matières insolubles; après refroidissement, on recueille les cristaux et on les presse entre du papier buvard; on achève la purification par de nouvelles cristallisations dans l'alcool. Entre chaque cristallisation, il est essentiel de laisser les cristaux à l'air pour faciliter l'oxydation de la matière colorante.

» Ainsi qu'il est facile de s'en rendre compte, le produit obtenu dans ces conditions est bien le même que celui qu'Husemann prépare en traitant directement le précipité du jus de la carotte par l'alcool; seulement, ce chimiste ne l'a pas obtenu pur, ainsi que le prouvent :

» 1° La propriété qu'il lui attribue de se colorer en rouge à 100°, propriété qui résulte de ce que son produit contenait encore de l'huile colorée par du carotène;

» 2° Le point de fusion qu'il a trouvé égal à 126°,8, inférieur de près de 10° à celui que j'ai constaté;

» 3° La formule qu'il lui assigne $C^{18}H^{30}O$ et qui n'exige que 82,4 pour 100 de carbone, tandis que mes analyses montrent que cette substance, suffisamment purifiée, en contient 83,9.

» Ce que j'avance ici résulte des expériences suivantes :

» Ayant constaté la grande difficulté de séparer les dernières traces de matière colorante, et dans le but de m'assurer de la pureté absolue des cristaux que j'avais préparés, je les ai soumis à l'épreuve des lavages successifs selon la méthode si souvent appliquée et avec tant de succès par mon illustre maître, M. Chevreul.

» J'ai pris un poids déterminé de la cholestérine de la carotte, déjà aussi pure que possible, et je l'ai traitée par macération à froid par l'alcool à 95° C. Voici le détail de l'expérience.

» *Premier lavage :*

Poids de la substance	6^{gr}
Volume d'alcool	20^{cc}

» Macération pendant douze heures à 17° :

Point de fusion de la matière en expérience	132
» » restée non dissoute	134
» » entrée en solution	131

Poids de la matière entrée en dissolution dans 10cc d'alcool... 0gr,0585

» *Deuxième lavage.* — Mêmes conditions :

Poids de la matière entrée en dissolution dans 10cc d'alcool... 0gr,0435

» *Troisième lavage.* — Mêmes conditions :

Poids de la matière entrée en dissolution dans 10cc d'alcool... 0gr,0420

» *Quatrième lavage.* — Mêmes conditions :

Poids de la matière entrée en dissolution dans 10cc d'alcool... 0gr,0420

» *Cinquième lavage.* — Mêmes conditions :

Poids de la substance entrée en dissolution dans 10cc d'alcool. 0gr,0410

Point de fusion de la substance en expérience	136°,5
» restée non dissoute	136,5
» entrée en solution	136,5

J'ai continué les lavages jusqu'au nombre de dix et je n'ai plus constaté de changement ni dans les points de fusion, ni dans la solubilité dans l'alcool. Considérant alors la substance comme parfaitement pure, j'en ai fait l'analyse élémentaire :

» Cholestérine de la carotte, desséchée et fondue :

	I.	II.	III.
Carbone	83,64	83,44	83,90
Hydrogène	12,27	12,17	12,20
Oxygène	4,09	4,39	3,90

Ces résultats se rapportent exactement à la composition attribuée par les différents expérimentateurs à la cholestérine $C^{26}H^{44}O$, ainsi qu'on peut le voir par la comparaison suivante:

Cholestérine.	Calculé.	Trouvé.
Carbone	83,87	83,90
Hydrogène	11,82	12,20
Oxygène	4,31	3,90

Voici les propriétés de la cholestérine extraite de la carotte : elle est inso-

luble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool froid, très soluble dans l'alcool bouillant qui l'abandonne par refroidissement à l'état de feuillets cristallins contenant une molécule d'eau; elle est très soluble également dans l'éther, dans le sulfure de carbone, dans le chloroforme, dans le pétrole léger et dans les huiles : ces dissolvants l'abandonnent par évaporation spontanée à l'état de cristaux anhydres en aiguilles. Elle n'est pas saponifiable par les dissolutions alcalines, même bouillantes, les acides étendus sont sans action; elle dévie à gauche la lumière polarisée : en solution dans le chloroforme j'ai trouvé

$$(\alpha)d = -35°;$$

elle fond à 136°,5 en perdant sa molécule d'eau de cristallisation.

» En résumé, la cholestérine de la carotte diffère très peu de la cholestérine animale et elle est absolument identique à la substance que Hesse ([1]) a retirée de la fève de Calabar et dont il a montré la similitude avec la cholestérine isolée des pois, il y a déjà longtemps, par Benecke.

» Hesse a même proposé pour cette cholestérine des végétaux le nom de *phytostérine*, pour la distinguer de la cholestérine animale et en rappeler l'origine ([2]). »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la piliganine, alcaloïde d'une lycopodiacée originaire du Brésil.* Note de M. ADRIAN.

« Le *Piligan* est un lycopode voisin, par ses caractères botaniques, du *L. Selago* de nos pays; c'est probablement la variété connue sous le nom de *L. Saussurus*, commune au Brésil. Ce lycopode est employé par les médecins du Brésil; une certaine quantité a été envoyée au laboratoire de M. Dujardin-Beaumetz par le Dr Moncorvo, de Rio de Janeiro. Un premier essai chimique, pratiqué par le Dr G. Bardet, chef du laboratoire de Thérapeutique de l'hôpital Cochin, lui a permis de reconnaître dans la plante la présence d'un produit résinoïde et en même temps l'existence d'un principe actif alcaloïdique auquel M. Bardet a donné le nom de *piliganine*.

([1]) *Liebig's Ann. der Chem.*, t. CCXI.

([2]) Schultze et Barbieri (*Journ. für praktische Chemie*, t. XXV, p. 159) ont isolé la cholestérine du *Lupinus luteus*, fusible à 136°-137°; Reinke et Rodewald celle de l'*Æthalium septicum*, fusible à 134°-135°.

» 10^{kg} de plante nous ont alors été remis par M. Bardet pour isoler l'alcaloïde, obtenu par lui d'une manière impure.

» Pour extraire la *piliganine*, on traite le piligan, pulvérisé, par l'eau bouillante; la liqueur, ramenée à consistance d'extrait mou, est épuisée par l'alcool fort.

» La solution alcoolique est précipitée par l'acétate de plomb, filtrée et additionnée d'un lait de chaux qui précipite l'excès de plomb. On filtre de nouveau, et la solution claire est neutralisée par l'acide tartrique ajouté en léger excès, puis on filtre. Après distillation du dernier produit, le résidu est repris par l'eau, qui sépare un peu de résine, filtré et enfin traité par le carbonate de soude; cette solution est ensuite agitée avec le chloroforme.

» La solution chloroformique est distillée; elle abandonne un résidu de matière poisseuse de couleur jaune foncé. On purifie par dissolution dans l'acide chlorhydrique et, après une nouvelle précipitation par le carbonate de soude, on agite encore avec le chloroforme.

» Cette dernière solution chloroformique abandonne par évaporation lente la *piliganine,* sous forme d'une masse molle, légèrement jaune et transparente, dont l'odeur vireuse rappelle celle de la *pelletiérine*. Elle possède une réaction alcaline et émet des vapeurs blanches à l'approche d'un agitateur mouillé d'acide chlorhydrique non fumant.

» La *piliganine* est soluble dans l'eau, l'alcool, le chloroforme, peu soluble dans l'éther. Le chlorhydrate, évaporé sur l'acide sulfurique, forme de petits cristaux microscopiques; il est très déliquescent. Il donne les réactions suivantes avec les réactifs des alcalis organiques :

» *Phosphomolybdate de soude,* précipité blanc jaunâtre; — *iodure de potassium ioduré,* précipité brun clair; — *tannin,* précipité blanc; — *iodure double de mercure et de potassium,* précipité blanc caillebotté très abondant; — *bichlorure de mercure,* rien; — *acide picrique,* après quelque temps, précipité jaunâtre cristallin; — *bichlorure de platine*, pas de réaction.

» D'après les premiers essais tentés sur les animaux par M. G. Bardet, au laboratoire de l'hôpital Cochin, la piliganine a une action éméto-cathartique des plus nettes, et sa toxicité est grande. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Recherches sur le développement végétal de la betterave à sucre*. Note de M. **Aimé Girard**, présentée par M. Peligot.

« Depuis la publication du travail aujourd'hui classique que M. Peligot a fait paraître en 1839, sur le développement de la betterave à sucre, l'étude de cette racine a donné lieu à des recherches nombreuses, et, tant en France qu'à l'étranger, on a vu se multiplier les publications sur ce sujet. Mais, parmi ces recherches, on n'en compte qu'un petit nombre, qui, conduites au point de vue physiologique, auquel M. Peligot s'est placé dès l'origine, aient eu pour but l'étude de quelques-unes des parties de la betterave dans leur développement progressif, pendant toute la durée de la végétation. Dans cet ordre d'idées, on ne rencontre, à l'étranger, que les travaux de MM. Hoffmann, Sotsman, Moritz, Brimmer, Briem et Wildt; en France, que ceux de MM. Pagnoul et Leplay. Des faits importants ont été mis en lumière par ces travaux.

» Si importants que soient ces faits, cependant, il m'a semblé qu'ils n'apportaient pas une solution suffisante des questions que soulèvent la production et l'emmagasinement, en un temps court, dans la souche de la betterave, d'une masse de sucre qui souvent atteint et quelquefois dépasse 100^{gr} par sujet. J'ai cru, par suite, intéressant de reprendre, au point de vue spécial de la formation du saccharose, l'étude du développement végétal progressif de la betterave à sucre.

» Cette étude présente, d'ailleurs, un intérêt particulier de ce fait que, dans ces derniers temps, on a vu quelques savants, mettant en doute la théorie, généralement admise, de la formation des matières hydrocarbonées par la feuille, se demander si l'acide carbonique souterrain, peut-être même quelques matières organiques toutes formées, absorbées par les radicelles, ne doivent pas être considérés comme les générateurs de la matière sucrée accumulée dans la souche de la betterave.

» Laissant de côté les tâtonnements inévitables (années 1882 et 1883) qu'exige une étude aussi compliquée, je dirai de suite d'après quelles méthodes ont été conduites mes recherches définitives en 1884 et 1885.

» Pour obtenir de la question qui me préoccupait une solution aussi approchée que possible, mon programme devait comprendre la récolte, à époques régulières, des quatre parties essentielles dont la betterave est faite : les feuilles (limbes et pétioles séparés), la souche et enfin l'en-

semble du pivot et des radicelles; la pesée de ces diverses parties, la mesure de leurs surfaces et enfin l'établissement de la composition chimique de chacune d'elles.

» Récolter les feuilles et la souche est chose aisée, mais il n'en est pas de même de la récolte des parties souterraines fines et délicates qui constituent le pivot et les radicelles. C'est à de grandes profondeurs, en effet, à $2^m, 50$ en fin de saison, que s'enfonce le pivot de la betterave; et, de ce pivot, on voit se détacher des radicelles tantôt horizontales, tantôt inclinées, qui, quelquefois, mesurent jusqu'à 1^m de longueur.

» Pour rendre cette récolte possible, j'ai fait élever sur le sol un vaste terre-plein de 2^m de hauteur sur 6^m de largeur et 13^m de longueur; entouré de murs en terre de $0^m, 80$ d'épaisseur, pour éviter les refroidissements et les échauffements atmosphériques, ce terre-plein était, par des cloisons en bois, divisé en dix cases mesurant chacune 7^m de surface environ.

» A l'intérieur de ces cases, afin que la betterave ne rencontrât aucun obstacle à son développement, j'ai fait jeter une bonne terre franche de composition ordinaire, aussi homogène que possible, débarrassée de cailloux par un passage à la claie, meuble, mais telle cependant qu'elle pût, par son assiette, prendre une compacité satisfaisante; un engrais chimique de composition ordinaire a été distribué dans la couche supérieure, à dose modérée, et, sur ce terre-plein, enfin, j'ai semé, à l'espacement de 10 sujets au mètre, une graine de betterave riche, provenant de mères bien vérifiées, sélectionnée par M. Fouquier d'Herouël, et que j'avais spécialement choisie à cause de la beauté de son feuillage. Pour combattre la sécheresse exagérée de l'année 1885, la culture a été, de temps en temps, et avec mesure, arrosée en pluie, de manière à conserver au sol son état d'humidité habituel (1).

» De douze en douze jours, les betteraves de chaque case ont été successivement récoltées. Dans ce but, les sujets étant pincés doucement à la naissance des feuilles par un collier en liège, ce collier, suspendu par des chaînettes à de grandes traverses horizontales, la cloison située en avant d'un compartiment était abattue, et le bloc de terre, arrosé alors doucement, à la lance, de façon à le faire ébouler peu à peu, sans rompre les racines et les radicelles qu'on voyait, au fur et à mesure de l'avancement

(1) Le 24 août, par exemple, le sol, à 1^m de profondeur, contenait 8,69 pour 100 d'eau.

du travail, se présenter, sur la coupe verticale, comme un lacis inextricable de fils minces et déliés.

» Récoltées au nombre de 60, en général, pour chaque opération, les betteraves étaient ensuite assorties soigneusement, et l'analyse chimique exécutée sur les 20 ou 25 sujets qui représentaient le mieux la moyenne.

» Après avoir fixé par la photographie les dimensions de l'une de ces betteraves, les autres étaient séparées en quatre parties : les limbes, les pétioles accompagnés de la nervure médiane, la souche et enfin les radicelles jointes au pivot coupé au point où son diamètre n'est plus que de 2^{mm} à 3^{mm}.

» La surface des limbes était alors mesurée par la méthode des découpures sur papier, la surface de la souche par la méthode géométrique, la surface du pivot et des radicelles par le procédé d'enrobage que j'ai récemment fait connaître ([1]).

» Pour amener ensuite ces diverses parties à l'état qu'exige une analyse complète, j'ai dû imaginer un appareil de division spécial. Cet appareil, construit par M. Digeon sur mes indications, se compose essentiellement de deux disques horizontaux en bronze, à surface légèrement conique, l'un fixe, l'autre tournant en face du premier, à la vitesse de 350 tours à la minute. Sur ces disques, sont montées excentriquement, comme les rayons d'une meule, des lames de scie en acier, épaisses de 3^{mm}, à denture décroissante et dont les dents, soigneusement dressées au tour, se présentent les unes aux autres avec une telle précision qu'on les peut affleurer à quelques dixièmes de millimètre. Lancées dans ce moulin-râpe, feuilles ou racines sont instantanément réduites en une pulpe fine dont les cellules sont uniformément attaquées.

» Une masse importante de matière (1^{kg} ou $1^{kg},500$ quelquefois) étant ainsi divisée, je me suis attaché à en séparer directement les matières solubles et les matières insolubles, en passant 200^{gr} au moins de pulpe à la presse hydraulique, et soumettant le tourteau à trois ou quatre lavages par l'eau distillée, suivis chacun d'une pression nouvelle à 100^{atm}.

» C'est en appliquant ensuite aux parties ainsi séparées les procédés ordinaires de l'analyse que le travail s'est poursuivi. Les dessiccations et les évaporations d'extrait, auxquelles il convient de donner une attention particulière, ont toujours été faites dans le vide à 60° ou 80° au plus; les sucres ont été dosés en pesant le cuivre fourni par la réduction de la liqueur

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CII, p. 1257.

de Fehling; les matières minérales déterminées par l'incinération, en présence de l'acide sulfurique, etc., etc.

» J'ai pu ainsi obtenir des résultats qui peut-être ne sont pas sans intérêt, et que j'aurai bientôt l'honneur de soumettre à l'Académie. »

CHIMIE CRISTALLOGRAPHIQUE. — *Sur la forme cristalline des pyrophosphates et hypophosphates de soude.* Note de M. **H. Dufet**, présentée par M. Debray.

« Les sels que forment avec la soude les acides pyrophosphorique et hypophosphorique présentent cette particularité que ceux qui contiennent le même nombre d'équivalents de soude contiennent aussi le même nombre d'équivalents d'eau de cristallisation. Ainsi, aux pyrophosphates disodique et monosodique

$$2NaO, PhO^5 + 10HO \quad \text{et} \quad NaO, HO, PhO^5 + 6HO,$$

correspondent les hypophosphates

$$2NaO, PhO^4, 10HO \quad \text{et} \quad NaO, HO, PhO^4 + 6HO.$$

» *Les sels qui se ressemblent pour la composition centésimale se ressemblent aussi pour la forme cristalline.* Le pyrophosphate disodique a été étudié par plusieurs observateurs; les hypophosphates l'ont été notamment par Fresenius et Haushofer; le pyrophosphate monosodique n'avait pas encore été examiné. J'ai repris les déterminations cristallographiques de ces quatre sels, à l'aide des cristaux, en général très bons, que m'a remis M. Joly.

» 1° *Pyrophosphate et hypophosphate disodiques.* — J'ai retrouvé à très peu près pour le premier les nombres de Handl. Les faces dominantes sont p, a^1, o^1, m, e^1; outre la face $b^1 d^{\frac{1}{3}} g^1$ ($\bar{1}21$) signalée par Haidinger, j'ai constaté l'existence des faces $d^1 b^{\frac{1}{3}} g^{\frac{1}{3}}$ (123) et $b^1 d^{\frac{1}{3}} g^{\frac{1}{5}}$ ($\bar{1}25$).

» Pour l'hypophosphate disodique, Fresenius signale les faces o^1, a^1, m, e^1, b^1; dans les cristaux que j'ai examinés, ces deux dernières faces n'existaient pas, mais j'ai trouvé constamment les faces p et d^1 et quelquefois o_5 (321). Mes mesures sont, d'une manière générale, d'accord avec celles de Fresenius.

» Les constantes de ces deux sels sont les suivantes :

Pyrophosphate disodique.	*Hypophosphate disodique.*
Prisme clinorhombique de 76° 16′,	Prisme clinorhombique de 79° 24′,
$b:h::1000:1162,606$,	$b:h::1000:1206,980$,
$D = 789,723$, $d = 613,464$,	$D = 774,396$, $d = 632,700$,
Inclinais. de la hauteur sur la base : 81° 44.	Inclinais. de la hauteur sur la base : 79° 44′.

» 2° *Pyrophosphate et hypophosphate monosodiques.* — Ces deux sels, clinorhombiques, cristallisent en lamelles hexagonales présentant souvent une grande ressemblance extérieure. Le pyrophosphate est aplati suivant p, avec les faces h^1, a^1, $a^{\frac{1}{2}}$, m, b^1, $b^{\frac{1}{2}}$, $d^{\frac{1}{2}}$. Les cristaux d'hypophosphate aplatis suivant p présentent a^1, $a^{\frac{1}{2}}$, m, b^1, $b^{\frac{1}{2}}$; ils n'ont pas la face h^1, mais Rammelsberg y signale la face $d^{\frac{1}{2}}$ qui existe dans le pyrophosphate; il faut ajouter que l'hypophosphate donne par une cristallisation plus lente des cristaux d'un autre type, non tabulaires, avec p et m dominants.

» Voici les constantes de ces deux sels :

Pyrophosphate monosodique.	*Hypophosphate monosodique.*
Prisme clinorhombique de 61° 8′,	Prisme clinorhombique de 63° 38′,
$b:h::1000:906,993$,	$b:h::1000:906,698$,
$D = 896,717$, $d = 442,608$,	$D = 895,551$, $d = 444,966$,
Inclinais. de la hauteur sur la base : 56° 41′.	Inclinais. de la hauteur sur la base : 53° 13′.

» La ressemblance devient plus grande encore si l'on rapporte les paramètres non plus à l'arête de la base prise comme unité, mais au volume moléculaire.

» J'ai déterminé les densités des quatre sels, dans le pétrole, en les comparant au spath d'Islande, pour éviter les corrections de température.

Sels.	Équivalent.	Densité.	Volume moléculaire.	Différence.
$2NaO, PhO^5 + 10HO$	223	1,824	122,3	4,9
$2NaO, PhO^4 + 10HO$	215	1,832	117,4	
$NaO, HO, PhO^5 + 6HO$	165	1,848	89,3	4,0
$NaO, HO, PhO^4 + 6HO$	157	1,840	85,3	

» Je ferai remarquer que l'augmentation du volume moléculaire, produite par l'addition d'une molécule d'oxygène, est presque la même dans les deux séries.

» En se donnant comme condition que le produit des trois paramètres, multiplié par le sinus de l'inclinaison, soit égal au volume moléculaire, on trouve les nombres suivants :

	h.	D.	d.	φ.	mm.
Pyrophosphate disod..	7,0114	4,7627	3,6997	81°.44′	76°.16′
Hypophosphate » ..	7,0780	4,5412	3,7103	79.44	79.24
Pyrophosphate monos.	6,0501	5,9816	2,9524	56.41	61. 8
Hypophosphate » .	6,0351	5,9609	2,9617	53.13	63.38

» Je ne crois pas d'ailleurs qu'il faille voir là l'indice d'un véritable isomorphisme, entendu dans le sens où l'entendait Mitscherlich, mais plutôt quelque chose d'analogue aux faits signalés par M. Marignac, dans son étude sur les silicotungstates. Il me semble qu'il y a, dans le cas des sels que j'ai étudiés, un exemple particulièrement net de ce fait, que la forme cristalline varie peu quand la composition centésimale est presque la même.

» Je dois, en terminant, remercier M. Joly, directeur adjoint du laboratoire de Chimie de l'École Normale supérieure, de l'obligeance avec laquelle il a mis à ma disposition les matériaux de ce travail. »

MINÉRALOGIE. — *Sur les anthophyllites*. Note de M. **A. Lacroix**, présentée par M. Fouqué.

« On sait que l'anthophyllite est une amphibole orthorhombique possédant deux clivages prismatiques suivant *m* (110) (*mm* = 125° environ), et un troisième clivage h^1 (010) plus facile. Le plan des axes optiques est parallèle à g^1 (100), la bissectrice est positive et normale à *p* (001). L'angle des axes optiques est variable [$2H_{a.r} = 63°$ à 82° environ, $\beta = 1,63$ (rouge)].

» Dans un Mémoire publié dans les *Comptes rendus*, t. LXXXIV, 25 juin 1877, M. Des Cloizeaux a fait voir que les variétés alumineuses (gédrites), que l'on rencontre en Norvège, avaient leur bissectrice aiguë, négative et normale à h^1 (010). Dans l'anthophyllite normale, comme dans les gédrites, la dispersion $\rho > \nu$ reste la même autour de la bissectrice (aiguë ou obtuse

suivant les variétés), normale à h^1 (010). Depuis lors, Sjögren a montré que la gédrite se rencontrait dans un grand nombre de localités de Norvège et de Finlande.

» Ayant eu l'occasion de recueillir sur place en Norvège un grand nombre d'échantillons d'anthophyllites, il m'a été possible de les étudier comparativement à ceux d'autres localités.

» On voit que la différence optique existant entre l'anthophyllite normale et l'anthophyllite alumineuse (gédrite, snarumite) est du même ordre que celle qui existe dans les pyroxènes rhombiques, entre l'hypersthène et l'enstatite : les axes de l'ellipsoïde d'élasticité ne changeant ni de position, ni de signe, l'angle des axes optiques seul varie d'écartement autour des bissectrices. Aussi devait-on s'attendre à ne trouver aucune différence entre ces deux minéraux lorsqu'on les examine en lumière parallèle (sections minces de roche).

» M. Des Cloizeaux a insisté sur la constance de la dispersion $\rho > v$ observée dans les plaques perpendiculaires à h^1 (010). Je ferai remarquer que la biréfringence dans toutes les variétés est sensiblement constante. J'ai, en effet, observé $n_g - n_p = 0,023$ dans l'anthophyllite normale de Kjernrudvands, près de Kongsberg, dans l'anthophyllite alumineuse de Bamle, Bräkke, Modum, Snarum (snarumite), de Gèdres (Hautes-Pyrénées), de Saint-Félicien (Ardèche) et de Nidister (Shetlands).

» L'anthophyllite est un minéral des gneiss, où il se présente en longues baguettes incolores en lames minces, n'ayant en général aucun sommet; j'ai, cependant, trouvé dans des plaques minces de Snarum un pointement $e^n e^n = 78°$ environ et à Modum un angle $a^n n^n$ de 135° environ.

» Les clivages prismatiques sont nettement indiqués : il s'y joint de très nombreuses cassures transversales, souvent rectilignes, qui sont très caractéristiques et peuvent être considérées comme un quatrième clivage suivant p (001).

» Les cristaux d'anthophyllite sont tantôt disséminés dans la roche, tantôt réunis en masses bacillaires; on observe fréquemment des groupements suivant les faces du prisme avec pénétration irrégulière des cristaux composants, de telle sorte que l'extinction de deux individus consécutifs ne se fait pas rigoureusement en même temps. Ils sont, en général, disposés suivant la schistosité de la roche qui les renferme : ils se sont formés des premiers et sont entourés par les autres éléments (quartz, feldspaths) qui ont cristallisé dans tous les interstices laissés entre eux.

» Les groupements d'anthophyllite et de hornblende ne sont pas rares

(gneiss amphiboliques de Kjernrudvands, près Kongsberg, de Modum, etc.). Dans ce cas, les deux minéraux sont accolés suivant une face du prisme; quelquefois, la plage d'anthophyllite est entourée par l'amphibole qui s'est orientée sur elle.

» Parfois, il se glisse entre les lames du clivage ou plus souvent entre deux cristaux d'anthophyllite des lamelles de mica noir, qui donnent à certaines variétés (gédrite des Pyrénées) une couleur brune très caractéristique.

» Les produits de décomposition et la marche suivie par la décomposition de ces minéraux sont constants. En effet, dans les nombreuses cassures qui sillonnent tous les cristaux, se glissent de petites rosettes d'un minéral incolore et lamelleux, fortement biréfringent, possédant deux axes optiques assez écartés autour d'une bissectrice négative et qui doit sans doute être rapporté au talc; lorsque l'altération est plus avancée, ces produits secondaires, partant des cassures transversales, se développent entre les clivages prismatiques, et bientôt le cristal primitif, fortement disloqué, est transformé en petits îlots encore intacts, noyés dans des produits talqueux, qui épigénisent complètement le minéral lorsque le dernier stade de la transformation est atteint. Le minéral conserve sa forme, mais il devient presque complètement opaque (Bräkke, près Kragerö). La marche de cette décomposition est à rapprocher de celle de la cordiérite. Le talc ainsi formé est rarement en paillettes suffisamment développées pour se prêter à un examen optique; le plus souvent il est réduit à de simples ponctuations.

» Les inclusions sont intéressantes à signaler. Ce sont des lamelles d'hématite, du rutile, fer oxydulé ou titané, de l'apatite et du zircon de formation ancienne, et des minéraux tels que nickeline, cobaltine, pyrrhotine, dus aux injections métallifères des fahlbandes dont fait partie l'anthophyllite (Modum, Norvège).

» La gédrite de la vallée de Héas (Pyrénées) renferme des inclusions bien particulières. Indépendamment du mica noir, il faut citer un spinelle vert foncé, très limpide, en plages de plusieurs millimètres, souvent brisées et entourées de produits talqueux, des zircons disséminés en très grande abondance, et, enfin, un minéral très réfringent bleu, uniaxe, négatif, possédant une biréfringence de $n_g - n_p = 0,009$, un pléochroïsme intense suivant :

$$n_g = \text{bleu foncé}, \qquad n_p = \text{bleu très clair ou incolore.}$$

» Ce minéral est du corindon bleu (saphir).

» Les zircons déterminent dans l'anthophyllite des auréoles polychroïques. Cependant ce fait n'est ni aussi constant, ni aussi net que dans le mica et la cordiérite.

» L'anthophyllite est fréquemment associée à la hornblende (Norvège), dont elle se distingue par l'allongement beaucoup plus grand de ses cristaux, ses cassures transversales, son clivage h^1(010) très net, son absence de pléochroïsme en lames minces (incolores) et enfin ses extinctions rigoureusement longitudinales.

» Dans les roches des Shetlands que j'ai examinées, l'anthophyllite est associée avec un pyroxène incolore; il est facile de voir que les extinctions de 0° à 35°, dans la zone $h^1 g^1$(100)(010), et les clivages m(110) à 87° du pyroxène, permettent aisément de distinguer ces deux minéraux.

» Dans les gneiss amphiboliques dont il a été question plus haut, j'ai observé dans la hornblende un clivage, suivant p(001), très abondant et très fin. On sait que Vom Rath a expliqué les clivages anormaux du diallage, de la bronzite et de quelques amphiboles par des macles : dans le cas signalé ici, on ne peut constater l'existence de lamelles hémitropes; on observe cependant, dans quelques-uns de ces cristaux, une substance polarisant faiblement, à extinction irrégulière, qui semble avoir rempli les fissures des clivages, postérieurement à leur formation. »

ANATOMIE. — *Sur le développement des éléments de la substance grise corticale des circonvolutions cérébrales.* Note de M. W. VIGNAL.

« Les éléments propres de la substance corticale du cerveau, qui dérivent, comme ceux de la moelle, uniquement de l'ectoderme, sont, au début de la vie utérine, semblables aux éléments de la substance grise de la moelle embryonnaire.

» Comme Kölliker l'a établi, la couche primitive se divise rapidement en deux : l'une, l'interne, conserve son caractère épithélial, c'est elle qui limitera le quatrième ventricule; la seconde formera la substance grise du cerveau; entre elles apparaîtra la substance blanche, comme une émanation de la couche externe et non d'une façon indépendante, comme l'ont soutenu Eichhorst et Boll. En effet, grâce à l'emploi successif de l'alcool au tiers et de l'acide osmique, j'ai pu voir les fibres formant la substance blanche à partir des cellules de la couche externe.

» Aussitôt que la couche cellulaire externe apparaît, les cellules qui la forment perdent leur caractère épithélial, pour en revêtir de particuliers.

Lorsqu'on emploie une méthode qui les dissocie les unes des autres et fixe convenablement leur protoplasma, elles se montrent sous la forme de cellules munies d'un noyau volumineux. Autour de ce noyau existe un protoplasma granuleux, mou, émettant de nombreux prolongements, probablement très longs, car ils sont toujours brisés dans les préparations. Ces cellules sont plus petites que celles de la substance grise embryonnaire de la moelle; examinées sur une coupe transversale du cerveau, on voit qu'elles forment une couche excessivement serrée, surtout à la périphérie. Elles sont si proches les unes des autres qu'on s'explique facilement comment Boll avait cru que toutes les cellules formaient une masse unique, multinucléée, car cet habile observateur n'avait à sa disposition qu'une technique trop imparfaite pour des éléments aussi délicats que ceux du cerveau.

» Les cellules de la substance grise restent à l'état de cellules indifférentes, jusqu'à une époque assez tardive de la vie embryonnaire. Ce n'est que vers le milieu du sixième mois qu'on peut, avec nos méthodes actuelles, en apercevoir quelques-unes présentant une différenciation. Les premières cellules nerveuses qui apparaissent sont celles qui forment la partie inférieure de la troisième couche de Meynert (couche des grands corpuscules pyramidaux corticaux) : les cellules de cette couche ont presque toutes fait leur apparition vers le milieu du septième mois. Dans le courant du septième mois apparaissent les cellules nerveuses de la quatrième couche, puis, durant le huitième mois, celles de la deuxième et de la cinquième.

» Quant à la première couche de Meynert, qui est formée, ainsi que l'a établi Exner, de fins tubes nerveux, elle fait son apparition dès la sixième semaine, en même temps que la substance blanche.

» A la naissance, on peut reconnaître facilement, dans la substance grise, les cinq couches de Meynert, quoiqu'un grand nombre de cellules soient encore loin de présenter l'aspect qu'elles auront à l'état adulte ; en effet, dans une préparation obtenue par dissociation, si l'on rencontre un grand nombre de cellules qui présentent la structure des cellules adultes, on en voit un plus grand nombre encore qui sont à divers degrés de développement. Comme les phases successives par lesquelles passent les cellules nerveuses du cerveau sont exactement les mêmes que celles des cellules de la moelle, je ne les décrirai pas, l'ayant déjà fait [1].

---

[1] *Comptes rendus*, 1er septembre 1884, et *Archives de Physiologie*, août et octobre 1884.

» Les cellules de la névroglie, cellules qui, dans le cerveau, comme l'a établi M. Ranvier, conservent, même à l'état adulte, leur caractère embryonnaire, ne commencent à apparaître qu'au huitième mois.

» Si l'on compare le développement de la substance grise du cerveau à celui de la substance grise de la moelle, on est frappé du retard que présente le cerveau : en effet, dans la moelle, les cellules nerveuses commencent à apparaître vers la dixième semaine de la vie utérine ; dans le cerveau, seulement à la vingt-huitième semaine.

» La striation des couches corticales du cerveau, due à la direction perpendiculaire des tubes nerveux, par rapport à la surface de la circonvolution, est indiquée, presque dès le début; mais elle ne devient fort nette qu'à partir du cinquième mois.

» Il me semble qu'il doit exister une relation entre le développement des cellules nerveuses des couches corticales et l'apparition des circonvolutions; car, ainsi que l'a établi Ecker, les circonvolutions et les sillons apparaissent durant le sixième mois, époque à laquelle nous voyons les premières cellules nerveuses devenir distinctes.

» Étant amené ainsi à penser qu'il existe une relation directe entre le développement des cellules nerveuses et celui des circonvolutions, je me propose, aussitôt que j'en aurai l'occasion, de rechercher si ce lien existe réellement, en étudiant la structure du cerveau des mammifères à cerveau lisse (Marsupiaux) (1). »

PHYSIOLOGIE. — *Sur un chronomètre à embrayage magnétique.* Note de M. A. d'Arsonval, présentée par M. Marey.

« L'appareil que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie a été imaginé à l'instigation de mon maître, M. le professeur Brown-Séquard, qui désirait reprendre avec mon concours ses anciennes expériences sur la vitesse de transmission des impressions sensitives à travers la moelle épinière normale ou pathologique. Mon éminent maître a montré, en effet, le premier, en 1859 (*Journal du Progrès des Sciences médicales*, p. 323), qu'une impression sensitive subissait un retard considérable par son passage à travers la moelle.

Depuis, un grand nombre de physiologistes (Helmholtz, Bast, Chauveau, Marey, Hermann, etc.) ont mesuré avec une grande précision la vitesse

(1) Ce travail a été fait au laboratoire d'Histologie du Collège de France.

absolue de l'agent nerveux dans les nerfs. Le procédé généralement employé par les physiologistes, depuis les travaux de Marey surtout, est une application de la méthode graphique qui doit tant à cet auteur.

» Un cylindre enfumé, conduit par un régulateur Foucault, reçoit deux tracés parallèles : l'un, qui donne le temps en centièmes ou en millièmes de seconde, est une sinusoïde tracée par les vibrations d'un diapason; le second tracé, qui marque le début et la fin du phénomène, est donné par un signal électromagnétique de M. Marcel Deprez ou par la plume du tambour à levier de M. Marey. Cette méthode est irréprochable comme précision; mais elle a l'inconvénient de nécessiter un apprentissage et une série d'opérations qu'on ne peut songer à demander au clinicien et encore moins au praticien dans sa clientèle privée. L'appareil que je vais décrire donne la mesure du temps en centièmes de seconde, comme un chronomètre ordinaire, par le simple déplacement d'une aiguille sur un cadran, sans employer la méthode graphique.

» Il se compose essentiellement d'un mouvement d'horlogerie, muni d'un régulateur Foucault, qui fait faire exactement deux tours par seconde à un axe terminé par un petit plateau circulaire de 12^{mm} de diamètre, recouvert d'une mince lame de caoutchouc. En face de ce plateau et à une distance de 1^{mm} environ, s'en trouve un second en fer-blanc, de mêmes dimensions, et qui lui est parallèle.

» Ce second plateau termine un petit axe très court portant à son autre extrémité un mince fil d'aluminium qui lui est perpendiculaire. Ce fil d'aluminium, servant d'aiguille, se meut sur un cadran divisé en 50 parties.

» Un ressort antagoniste pousse constamment le plateau de fer-blanc contre le plateau de l'axe mobile; sous cette pression, les deux axes n'en font qu'un, et l'aiguille d'aluminium tourne autour du cadran avec une vitesse de deux tours par seconde.

» Un petit électro-aimant se trouve derrière le plateau de fer-blanc qui lui sert d'armature.

» Si on lance un courant dans l'électro-aimant, le disque de fer-blanc est attiré : il se sépare du plateau tournant, et l'aiguille d'aluminium se trouve immobilisée sur le cadran tant que passe le courant. Au moment de la rupture du circuit, le ressort antagoniste produit l'embrayage, et l'aiguille part instantanément à la vitesse de deux tours par seconde. L'extrême légèreté des pièces et la nature de l'électro-aimant rendent le temps perdu semblable à celui du signal électromagnétique de M. Marcel Deprez.

Le déplacement de l'aiguille sur le cadran mesure donc en centièmes de

seconde le temps pendant lequel le courant électrique s'est trouvé rompu dans l'électro-aimant.

Cela posé, pour mesurer la vitesse d'une impression, le dispositif est des plus simples : l'expérimentateur touche le sujet avec un petit manipulateur composé d'un ressort appuyant sur une pointe. Au moment même où a lieu le contact avec la peau, le ressort abandonne la pointe : le courant se trouvant rompu, l'aiguille part du zéro à la vitesse de deux tours par seconde. Le sujet, d'autre part, tient dans la main une presselle électrique sur laquelle il appuie aussitôt qu'il a ressenti l'impression. Cette pression rétablit le courant et arrête par conséquent l'aiguille en animant l'électro-aimant. Le temps qui s'est écoulé entre le moment de l'excitation et celui de la perception signalée se trouve ainsi donné en centièmes de seconde par le déplacement de l'aiguille sur le cadran divisé. Ce petit appareil, très habilement construit sur mes indications par M. Ch. Verdin, est de dimensions minimes; il se loge dans une boîte circulaire de 20^{cm} de diamètre sur 6^{cm} d'épaisseur. Son faible volume et la facilité de son maniement en font un appareil essentiellement clinique, destiné dans bien des cas à éclairer la pathologie nerveuse.

» Là ne se borne pas d'ailleurs son utilité : il est appelé également à rendre des services pour la mesure des phénomènes de courte durée, mesure pour laquelle on recule souvent devant la complication de la méthode graphique.

» Il a permis déjà de constater, pour la physiologie et la pathologie des sens et des centres nerveux, des phénomènes nouveaux très intéressants, que M. Brown-Séquard fera prochainement connaître à l'Académie. »

ZOOLOGIE. — *Sur la Sacculine*. Note de M. **Y. Delage**, présentée par M. H. de Lacaze-Duthiers.

« Dans une Note communiquée à l'Académie, séance du 10 mai, M. Giard conteste quelques-uns des résultats auxquels je suis arrivé dans mon travail sur l'*évolution de la Sacculine* (¹).

» Les observations de M. Giard étant pour la plupart de pure critique, je pourrais presque me dispenser d'y répondre.

» Le seul point sur lequel il apporte une observation nouvelle est relatif

(¹) *Archives de Zoologie expérimentale et générale*, 2ᵉ série, t. II; 1884.

à une particularité tout à fait secondaire, la cause hypothétique de l'orientation du parasite. Dans une phrase où j'accumulais à dessein les *peut-être* et les modes conditionnels (p. 702), je me demandais si l'on ne pourrait chercher la cause de cette orientation dans la présence du cæcum impair du Crabe. M. Giard croit démontrer qu'il n'en est pas ainsi.

» Si je voulais employer le mode de raisonnement dont il me donne l'exemple, je n'aurais qu'à dire que la Sacculine a pu passer du Crabe au Grapse, et conserver chez ce dernier, comme disposition inutile mais non nuisible, l'orientation qu'elle avait chez le premier. M. Giard ne raisonne pas autrement lorsqu'il imagine que les Crabes auraient reçu la Sacculine de Brachyures ou d'Anomoures symétriques qui seraient descendus eux-mêmes d'Anomoures asymétriques porteurs de Peltogasters.

» Voilà beaucoup d'hypothèses accumulées, dont aucune n'est démontrée ni peut-être démontrable, et à l'appui desquelles leur auteur n'apporte aucun fait.

» Cependant, admettons-les toutes! L'orientation de la Sacculine n'en sera pas plus claire, car, ainsi que je le démontrais par anticipation dans un travail paru il y a quelques semaines, bien avant la critique qui m'a été adressée :

« C'est là une supposition gratuite et qui, en outre, n'apporte aucun éclaircissement dans la question. Le plan sagittal de symétrie du Peltogaster forme un angle plus ou moins marqué avec le plan sagittal du Pagure, mais du moins il est longitudinal comme lui. Chez la Sacculine, au contraire, le plan sagittal du parasite est non seulement perpendiculaire à celui du Crabe, mais il est transversal [1]. »

» Pour qu'un Peltogaster se transformant en Sacculine prît l'orientation de celle-ci, il faudrait qu'il tournât de 90° autour de son pédicule, or il n'y a aucune raison pour qu'il tourne à droite ou à gauche de préférence. La difficulté reste aussi grande, pour expliquer le sens de cette rotation, qu'avant les hypothèses de M. Giard.

» Passons au second point de l'argumentation.

» D'après M. Giard, en niant la fixation des Cypris sous l'abdomen des Crabes, je suis guidé par une *idée préconçue*.

» Voici les faits. J'ai fait fixer des milliers de Cypris. Toutes se sont attachées aux pattes, au thorax, etc., aucune à la face ventrale de l'abdomen; d'où je conclus que la fixation n'a pas lieu sous l'abdomen. M. Giard *n'a*

---

[1] *Système nerveux du Peltogaster* (*ibid.*, série II, t. IV; 1886).

jamais vu la fixation, pas plus à l'abdomen qu'ailleurs; et il conclut que c'est à l'abdomen que se fixent les Cypris.

» Lequel de nous deux juge d'après des idées préconçues?

» Comment, d'ailleurs, les Cypris pourraient-elles gagner la face ventrale de l'abdomen si étroitement appliqué contre le thorax qu'il n'y a pas place pour leur passage? Pour éluder cette difficulté, M. Giard avait affirmé, dans une Note à l'Académie, et sans l'avoir constaté, que les Cypris profitaient, pour passer, du moment de l'accouplement durant lequel l'abdomen est relevé. Or, je le demande, est-il possible que des Crabes naissants, larges de 3^{mm} à 4^{mm} et porteurs de Sacculines internes *se soient déjà accouplés, alors que leurs organes reproducteurs ne sont pas encore développés?*

» M. Giard cherche à prouver, en torturant d'anciens textes, que d'autres avant moi avaient vu la Sacculine interne. L'aurait-on vue, que la chose importerait peu, puisque personne n'avait reconnu sa nature. Mais cela même n'est pas. La Sacculine interne est si nettement caractérisée que personne ne pourrait la confondre avec la cicatrice laissée par une vieille Sacculine tombée : aussi la confusion faite par M. Giard est-elle inexplicable.

» Longtemps avant d'apparaître à l'extérieur, la Sacculine existe *toute formée* dans la cavité générale du Crabe et n'a aucune communication avec le dehors. M. Giard ne le croit pas et avance, sans fournir de preuve, que, si je n'ai pas vu ses véritables rapports avec la paroi abdominale, c'est que je les ai détruits *en arrachant brutalement l'intestin.* Je lui adresserai, s'il le désire, un Crabe vivant porteur d'une Sacculine interne. Qu'il le dissèque avec tous les ménagements nécessaires et qu'il mette en évidence ce lien que je n'ai pas pu voir.

» J'attends sa réponse avec préparation anatomique et dessins à l'appui. Mais je crois pouvoir dire, sans trop m'aventurer, que cette réponse ne contiendra pas la démonstration demandée; car, après avoir découvert la Sacculine interne, j'ai cherché pendant plus de trois mois, par les dissections les plus délicates et dans des séries de coupes très nombreuses et ininterrompues, l'orifice d'entrée, soit sur l'intestin, soit sur la peau de l'abdomen où M. Giard affirmait que les Cypris venaient se fixer; et ce n'est qu'après avoir abandonné la voie dans laquelle je m'étais engagé, sur la foi de ses assertions fausses, que j'ai enfin découvert le vrai mode d'inoculation. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'atmosphère interne des insectes comparée à celle des feuilles*. Note de M. **J. Peyrou**, présentée par M. Duchartre.

« Le travail que j'ai fait l'année dernière, en collaboration avec M. Gréhant, *Sur la composition des gaz contenus dans les feuilles aériennes submergées et flottantes*, m'a inspiré l'idée de chercher à extraire les gaz contenus dans le corps des insectes et d'en comparer la composition à celle que nous avions obtenue pour les plantes. Mes expériences portent uniquement sur les hannetons.

» Pour les réaliser, je me suis servi de l'appareil qui a été imaginé par M. Gréhant et que nous avons employé ensemble pour les feuilles; il a été décrit ailleurs, je n'en parlerai donc pas ici ([1]).

» Les résultats que j'ai obtenus pour les insectes sont frappants d'analogie avec ceux que nous avaient fournis les feuilles; c'est ce que montre au premier coup d'œil le Tableau suivant. Toutefois, je dois ajouter que l'extraction des gaz chez les hannetons se fait plus rapidement à la température ordinaire que pour les feuilles; cela doit tenir sans doute à ce que les mouvements gazeux, dans l'intérieur des trachées, doivent être plus faciles que dans les espaces intercellulaires des végétaux.

» 100gr de hannetons ont donné :

	Gaz obtenu à la température ambiante.			Proportion d'oxygène dans le mélange d'azote et d'oxygène pour 100.	Gaz obtenu à 100°.		
	Acide carbonique.	Oxygène.	Azote.		Acide carbonique.	Oxygène.	Azote.
	cc	cc	cc	cc	cc		cc
Expérience n° 1....	10,7	2	34	5,5	34,6	Trace	1
» n° 2....	17,3	2,5	39	6	30	»	0,7
» n° 3....	17	4,3	62,4	8	8	»	0,5

» 100gr de feuilles avaient donné :

	Gaz obtenu à la température ambiante.			Proportion d'oxygène dans le mélange d'azote et d'oxygène pour 100.	Gaz obtenu à 100°.		
	Acide carbonique.	Oxygène.	Azote.		Acide carbonique.	Oxygène.	Azote
	cc	cc	cc	cc	cc		cc
Perce-neige	7	3,4	26,3	11,4	13,2	Trace	0,3
Platane	20,4	2,7	36,2	6,9	40,4	»	0,5
Lilas	16	0,25	23,2	1	72,4	»	0,2

([1]) *Comptes rendus* du 8 juin 1885.

» En examinant ce Tableau comparatif, nous voyons que les gaz extraits à la température du laboratoire, pour les insectes comme pour les feuilles, sont bien moins riches en oxygène que l'air atmosphérique et renferment toujours beaucoup plus d'acide carbonique. Pour ceux qu'on recueille à la température de 100°, ils ne contiennent, dans l'un et l'autre cas, presque que de l'acide carbonique; il y a toujours très peu d'azote et des traces seulement d'oxygène.

» A ces expériences, j'en ai ajouté d'autres qui me paraissent présenter un intérêt particulier.

» Dans un travail que j'ai fait l'année dernière, pendant les mois d'août et de septembre, sur les *Variations que peut offrir, sous diverses influences, la composition des gaz dans les feuilles aériennes* (1), j'ai été amené à conclure que toute plante dont l'activité vitale générale est ralentie renferme, par cela même, une plus forte proportion d'oxygène, et, toutes choses égales d'ailleurs, une plus faible quantité d'acide carbonique. Pour savoir s'il en était ainsi chez les insectes, j'ai réalisé les expériences suivantes :

» Un certain nombre de hannetons ont été récoltés le 9 mai; on les a placés, dans le laboratoire, dans un cristallisoir recouvert d'une toile métallique, pour permettre l'accès de l'air. Le lendemain et les deux jours suivants, j'ai fait l'extraction des gaz de 100^{gr} de hannetons chaque fois, et j'ai obtenu les proportions d'oxygène suivantes : 5,5, 6 et 8 pour 100; ce sont les résultats consignés dans le Tableau qui précède. Placés ainsi à l'étroit, ces insectes, auxquels il faut le grand air et l'espace, dépérissent assez rapidement : leur vitalité diminue, et, comme on le voit, la proportion d'oxygène augmente avec les influences de dépérissement. Les expériences qui suivent vont être encore plus concluantes.

» Le 19 mai, je fais quatre lots, de 50^{gr} chacun, d'un certain nombre de hannetons, qui sont au laboratoire depuis sept jours. Pour plus de clarté, je les désigne par les n°s 1, 2, 3 et 4. A 1^h de l'après-midi, je place le lot n° 1 au soleil, en dehors du laboratoire, pendant deux heures et demie, à la température moyenne de 25°. Sous l'influence des rayons solaires, les insectes se raniment, leurs mouvements s'accentuent, ils voltigent, cherchent à s'échapper de leur prison. Immédiatement après cette exposition au soleil, je pratique l'extraction des gaz et je trouve 8,8 pour 100 d'oxygène.

» Le lot n° 2 a été placé en même temps dans un vase entouré de glace.

(1) Voir *Comptes rendus* de la séance du 16 novembre 1885.

Les hannetons, sous l'influence du froid, cessent bientôt tout mouvement. La température moyenne pendant les deux heures et demie que ces insectes sont restés dans ce milieu est de 2°. Ils sont tellement engourdis que, pour m'assurer qu'ils ne sont pas morts, je suis obligé d'en réchauffer quelques-uns, qui aussitôt se raniment. L'extraction des gaz nous a donné 13,5 pour 100 d'oxygène; ce qui fait une différence de plus de 5 pour 100.

» Les lots nos 3 et 4 sont laissés dans le laboratoire.

» Le lendemain matin, j'ai pris le lot n° 3 à la température du laboratoire, 12°, et j'en ai extrait les gaz; j'ai obtenu 11,5 pour 100 d'oxygène.

» Quant au lot n° 4, je l'ai placé dans un vase entouré d'un mélange réfrigérant; je l'ai laissé pendant deux heures et demie à une température moyenne de 2° au-dessous de zéro : les hannetons étaient complètement engourdis, mais ils n'étaient pas morts, comme je m'en suis assuré. J'ai extrait les gaz et j'ai trouvé 15,6 d'oxygène pour 100; proportion énorme, si nous la comparons à celle de 5 et 6 pour 100 de nos premières expériences, alors que nous avions opéré sur des insectes relativement vigoureux.

» Ces résultats me paraissent concluants; en effet, dans toutes ces expériences, nous voyons la proportion d'oxygène augmenter avec le ralentissement des fonctions vitales. Ceci est de tous points conforme avec ce que j'ai obtenu pour les plantes, et ne peut que me confirmer dans les idées théoriques que j'avais émises à ce sujet : que *la proportion d'oxygène augmente lorsque l'activité protoplasmique diminue* (1). »

GÉOLOGIE. — *Sur la structure stratigraphique de la chaîne bétique.* Note de MM. Ch. Barrois et Alb. Offret, présentée par M. Fouqué.

« Les deux grands massifs montagneux de la sierra Nevada et de la serrania de Ronda ont été, lors du dernier tremblement de terre, les points d'arrêt, à l'est et à l'ouest, des mouvements ondulatoires du sol. Les monts de Velez-Malaga, compris entre eux, forment par conséquent la section de la chaîne bétique la plus éprouvée. Cette partie constitue une crête dirigée nord-ouest à sud-est, de Zafarraya à la mer; elle comprend la sierra Tejeda, la sierra d'Alhama et la sierra Almijara, correspondant ainsi à la limite

(1) Ce travail a été fait au Muséum d'Histoire naturelle, dans le laboratoire de Physiologie générale dirigé par M. le professeur Rouget.

des provinces de Malaga et de Grenade. Au nord-est de cette crête, se trouvent les terrains secondaires et tertiaires décrits par MM. Bertrand et Kilian; au sud-ouest, on descend dans la région de Malaga, formée jusqu'à la côte de schistes cristallins primitifs, riches en minéraux variés.

» Nous avons indiqué dans une précédente Note (¹) l'ordre de succession des strates qui constituent la chaîne bétique; nous les avons groupées en un certain nombre d'étages, superposés comme il suit, de haut en bas :

Trias......		Calcaires de Lentegi, de Gador, etc.
Cambrien...		Schistes de Motril, etc.
Primitif....	2	Schistes cristallins à minéraux de la sierra Nevada, calcaires de Jayena.
	1	Gneiss et dolomies de Frigilliana, etc.

» La disposition de ces couches, suivies dans les différents tronçons de la chaîne bétique, montre que cette crête montagneuse n'est pas seulement formée de strates plissées, redressées et faillées parallèlement à leur direction, mais qu'elle a en outre été disloquée et découpée en sierras distinctes par un second système de failles transverses, approximativement normales aux précédentes.

» L'étage inférieur des gneiss et dolomies forme dans la serrania de Ronda, comme l'ont montré MM. Michel Lévy et Bergeron, deux plis anticlinaux parallèles, dirigés environ à 60°; celui du nord passant par Yunquera, celui du sud par la sierra de Mijas.

» Cet étage forme également dans la sierra Tejeda un pli anticlinal, mais dont la direction à environ 135° ne peut se raccorder avec les couches équivalentes de la sierra de Mijas, qu'en le supposant rejeté au large de Malaga, par une faille. Si on tire une ligne de Alora à Malaga, on constate que de chaque côté de cette ligne les terrains schisto-cristallins ne se raccordent pas; cette ligne correspond en outre à la vallée du Guadalhorce et à un alignement de bassins tertiaires. Les couches de la sierra Tejeda ne peuvent se raccorder avec celles de la sierra de Mijas qu'en décrivant en mer un coude brusque, en V, par suite duquel la direction des couches passe à 90°, comme on le constate de Torrox à Velez-Malaga; elles viennent ainsi buter au large de Malaga, sur la faille précipitée.

» Nous n'avons plus reconnu avec certitude, à l'est des monts de Velez-Malaga, cet étage inférieur des gneiss et dolomies; la formation la plus ancienne dans cette région est celle des schistes cristallins à minéraux, de l'étage

(¹) *Comptes rendus*, 20 avril 1885.

supérieur, qui recouvre sans doute le précédent, en le cachant, dans la sierra Nevada. Ces schistes à minéraux forment dans la sierra Nevada un faisceau anticlinal principal, dirigé à environ 70°, qui ne se raccorde avec l'anticlinal de la Tejeda qu'en faisant de nouveau un coude brusque en V. Ce pli, très aigu, est nécessairement compliqué d'une faille, comme le prouve l'immense dénivellation qui met au même niveau l'étage inférieur des dolomies d'un côté, et l'étage supérieur des schistes cristallins, de l'autre; en outre, on relève directement cette faille vers Molvizar et Motril, où les schistes cristallins butent contre les schistes de Motril. Cette faille transverse est sensiblement dirigée de Zafarraya à Motril.

» A l'est de la sierra Nevada, nouveau changement brusque dans la direction du faisceau anticlinal de schistes cristallins, qui devient environ 60°; la ligne tirée de Guadix au cap de Gata correspond à un changement de direction; elle coïncide en même temps avec la terminaison de la sierra Nevada et avec l'alignement des dépressions tertiaires de Guadix.

» L'allure des faisceaux schisto-cristallins de la chaîne bétique montre ainsi à l'observateur qu'en outre des forces qui ont déterminé leur redressement, leur direction dominante, leurs hautes inclinaisons et leurs failles longitudinales, ces couches ont été affectées par une série de grandes cassures transverses, accompagnées de rejets horizontaux. Ces failles transverses sont plus importantes pour le géologue que pour le géographe, car elles n'ont pas affecté l'uniformité de caractères de la chaîne qui sépare le bassin du Guadalquivir du bassin méditerranéen.

» Les différents noms que les populations andalouses ont donnés à leurs montagnes, de la serrania de Ronda à la sierra de Baza, n'en sont pas moins en relation avec la nature même du sol : les découpures qui partagent ces montagnes en un certain nombre de segments, à dénominations spéciales, ne sont pas de simples divisions superficielles, *barrancos*, ou bassins dus à l'action des agents atmosphériques, des eaux superficielles : c'est de vive force que la chaîne bétique a été ployée; elle a été brisée après l'époque triasique en divers tronçons, qui ont chevauché les uns sur les autres, et dont les dénudations tertiaires et post-tertiaires n'ont fait qu'accentuer les limites.

» Telle est la raison pour laquelle de grandes vallées actuelles et divers bassins tertiaires se trouvent alignés suivant les grandes lignes de failles transverses que nous venons de décrire. Ces failles sont au nombre de trois principales dans la région étudiée : celle de Malaga, celle de Motril et celle de Guadix.

» Si l'on trace sur une carte ces trois failles relevées indépendamment,

on constate qu'elles sont parallèles entre elles, étant également dirigées à 120°.

» Si l'on prolonge suffisamment ces trois failles transverses, de chaque côté de la chaîne bétique, on remarque que la faille de Malaga passe à l'îlot volcanique d'Alboran, celle de Guadix, au massif volcanique du cap de Gate, et celle de Motril, dans la région de Zafarraya, déterminée comme épicentre du dernier tremblement de terre. Cet épicentre correspond nettement au sommet du coude anticlinal brisé, que décrivent les couches de la sierra Tejeda vers la sierra Nevada.

» Il semble donc qu'il y ait là un état d'*équilibre instable* de cet édifice bétique, assez bien représenté dans les monts de Velez-Malaga par un *arc tendu,* dont les deux extrémités seraient appuyées vers la Ronda, d'une part, sur la Nevada, d'autre part, et dont l'*effort* se traduit par une poussée continue sur les deux failles de Malaga et de Motril, qui le limitent de part et d'autre. Les multiples discordances de stratification, et les oscillations du sol qui se répètent dans la région, depuis l'époque secondaire, peuvent, dans cette hypothèse, être attribuées à ce que la serrania de Ronda et la sierra Nevada *ne contre-balancent pas exactement par leur masse* ces poussées exercées sur leurs flancs.

» Nous sommes ainsi amenés naturellement à regarder les failles transverses de Malaga, Motril, Guadix, comme les lignes prédestinées, suivant lesquelles seront surtout appelées à se manifester au dehors, dans la région bétique, les modifications d'équilibre, ou les actions des forces souterraines. »

GÉOLOGIE. — *Sur la géologie de la Tunisie centrale, du Kef à Kairouan.* Note de M. G. **Rolland**, présentée par M. Cosson.

« Le Ministère de l'Instruction publique m'ayant chargé de la géologie dans la Mission de l'exploration scientifique de la Tunisie, j'ai fait, au cours de ma première campagne (1885), et en compagnie de M. Aubert, ingénieur des mines à Tunis, une exploration au travers de toute la Tunisie centrale, du Kef à Kairouan, soit sur 150^{km} du nord-ouest au sud-est.

» Les régions parcourues étaient entièrement nouvelles au point de vue géologique, sauf les environs du Kef, déjà visités par M. P. Marès en 1884 (1), et antérieurement par M. Tissot.

(1) *Comptes rendus,* 28 juillet 1884.

» Les fossiles recueillis ont été déterminés par M. Douvillé, auquel j'exprime ici tous mes remerciements. M. Munier-Chalmas a eu l'obligeance d'entreprendre l'étude approfondie des Nummulites; elles lui ont fourni des indications importantes qu'on lira plus loin.

» Ce sont les couches sénoniennes qui dominent dans les massifs montagneux et qui forment le substratum général de la Tunisie centrale, avec une série de plissements et de soulèvements, dont l'étude stratigraphique est fort intéressante. Cet étage, dont la puissance dépasse 300^{m}, comprend de nombreuses alternances de marnes et de calcaires à Inocérames : *I. Cripsi* Mantell, *I. regularis*, d'Orb., etc., souvent de grande taille.

» Vers le haut de l'étage, on trouve l'*Heteroceras polyplocum* Rœm., caractéristique du sénonien supérieur. M. Marès l'avait déjà signalé au Kef, et M. Hébert avait insisté sur tout l'intérêt qu'il y avait à retrouver ainsi, dans le nord de l'Afrique, l'horizon remarquable de Céphalopodes de Tercis (près de Dax) et de Haldem (Westphalie), lequel correspond à la craie à *Belemnitella mucronata* de Meudon. En Algérie également, M. Péron a signalé des Céphalopodes dans le sénonien.

» L'*Het. polyplocum* est surtout répandu dans les niveaux les plus élevés, près de Souk el Djema. Moins haut dans l'étage, non loin de Zanfour, M. Aubert et moi avons recueilli, avec les Inocérames, l'*Ammonites robustus*, *Het. polyplocum* var., des crosses d'autres Céphalopodes rappelant l'*Anisoceras* (*Hamites*) *alternatum*, Mantell, des Térébratules et le *Micraster aïchensis* Gauthier. Notons aussi, mais beaucoup plus bas dans l'étage, la *Rhynconella limbata*, *Micraster Peini?* et de petits polypiers.

» Par place, les massifs sénoniens sont couronnés par d'épaisses assises de calcaires pétris de Nummulites, lesquels donnent lieu, çà et là, à des pitons abrupts ou à de grands entablements, coupés à pic sur leurs bords.

» On sait aujourd'hui que les formations nummulitiques, qui affleurent sur tout le pourtour du bassin méditerranéen, présentent des localisations remarquables. L'Espagne, les Baléares, les Alpes vénitiennes, la Hongrie, l'Istrie et la Dalmatie forment une première région au point de vue des Nummulites. L'Arabie et l'Égypte forment une seconde région, avec des espèces et des variétés spéciales.

» Quant aux Nummulites d'Algérie, elles sont encore bien peu connues; mais, d'après celles que j'ai rapportées de Tunisie, il y aura lieu de distinguer, pour l'Algérie et la Tunisie, une troisième région, avec certaines espèces tout à fait spéciales. Voici, en effet, les résultats des déterminations de M. Munier-Chalmas.

» I. Hamada el Kessera (75^{km} S.-E. du Kef). — Niveau inférieur : calcaire avec Nummulites très voisines de *N. planulata*, groupe surtout développé dans l'éocène inférieur, existant également dans les Pyrénées (*Chalosse*). — Niveau supérieur : calcaire avec *N. Rollandi* Mun.-Chalmas, mss., voisine de *N. irregularis* de Crimée, et appartenant, d'après ce qui suit, à l'éocène moyen; associée ici à l'*Ostrea Pyrenaïca* d'Orb. (*O. gigantea* Leym.).

» II. Kalaa el Harrath (50^{km} S.-E. du Kef). — Grande Nummulite, n. sp., paraissant appartenir au groupe de *N. planulata*, éocène inférieur.

» III. Dyr el Kef. — Niveau d'un calcaire avec grande Nummulite, n. sp., rappelant *N. distans* Deshayes. — Au-dessus, niveau distinct de calcaire formé de *N. Rollandi*, et renfermant, en outre, une espèce plus rare, qui n'est qu'une variété de *N. Zitteli*, laquelle a été rapportée par de La Harpe aux races des *N. Gizehensis*, si abondantes en Égypte, à la base de l'éocène moyen, sur l'horizon du calcaire grossier inférieur des environs de Paris. — C'est entre ces deux niveaux nummulitiques que se place l'assise marneuse que M. Marès avait indiquée comme très fossilifère, mais qu'il avait rattachée au sénonien; j'y ai recueilli, avec M. Aubert, le *Pseudopygaulus* (*Petalaster*) *Maresi* Cotteau, et l'*Ostrea strictiplicata* Raulin. Sur le plateau, d'autres calcaires à *O. strictiplicata* représentent le haut de l'éocène du Kef, et ils sont recouverts par un lambeau miocène à *O. crassissima*.

» Ainsi on voit qu'il existe de l'éocène inférieur, aussi bien que de l'éocène moyen, dans la Tunisie centrale. Cette conclusion concorde avec les travaux récents de MM. Jacquot et Munier-Chalmas sur les Pyrénées ([1]), de M. Vasseur sur Saint-Palais (Aquitaine) ([2]), de M. M.-Chalmas sur l'Istrie ([3]), de M. Fraas sur l'Égypte ([4]), et il se confirme que l'éocène inférieur s'est déposé, en certains points, sur le pourtour de la Méditerranée, l'éocène moyen étant, d'ailleurs, avec lui en pleine discordance de transgressivité.

» Dans la Tunisie centrale, on trouve encore, sous les calcaires inférieurs à Nummulites, un système de calcaires phosphatés, avec dents de squales et petites térébratulines, qui représente un niveau plus bas dans l'éo-

---

(1) *Comptes rendus*, 31 mai 1885.
(2) *Annales des Sociétés géologiques*, 1885.
(3) *Bulletin de la Société géologique*, 1885.
(4) De la Harpe, *Numm. de la Suisse*.

cène inférieur. Les calcaires à Nummulites manquent vers l'est, entre la Kessera et Kairouan; mais les calcaires phosphatés sous-jacents se poursuivent de ce côté, dans le massif du Djebel Ousselet. Les Nummulites y sont, sinon absentes, du moins très rares. Au Djebel Fedja, j'y ai recueilli de petits Gastéropodes, entièrement transformés en phosphate, dont un genre voisin des *Bellerophina* de la craie, etc. Il est probable que cet horizon correspond aux gisements de phosphorites, que mon collègue de mission, M. Ph. Thomas, a découverts dans le sud de la Régence, également à la base de l'éocène inférieur de cette région [1].

» De plus, il existe, dans l'est de la Tunisie centrale, entre la Kessera et Kairouan, une puissante formation de grès et de marnes gypsifères, qui présente, vers la base, des bancs de lumachelles à *O. strictiplicata* (*O. Bogharensis*), et qui repose en concordance sur les calcaires phosphatés de l'éocène inférieur. Vers l'ouest, cette formation cesse, lorsque les calcaires à Nummulites apparaissent; cependant elle se rencontre encore, par suite de failles, dans la région de Makter, avec calcaires à Nummulites de l'éocène moyen dans les régions environnantes.

» Notons enfin, près du Kef, aux Djebel Zafran et Lorbens, le terrain d'eau douce des environs de Constantine miocène supérieur ou pliocène. »

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur le genre* Bornia *F. Roemer.* Note de M. **B. Renault**, présentée par M. Duchartre.

« Le genre *Bornia*, l'un des plus caractéristiques du Kulm et du Dévonien supérieur, est connu de tous les paléontologistes.

» On sait que les caractères saillants de ce genre sont : 1° la non-alternance aux articulations de la plupart des côtes; 2° l'absence complète de gaines; 3° la présence sur les nœuds des jeunes tiges de feuilles libres, linéaires, lancéolées, et, sur ceux des rameaux, d'autres feuilles plus longues, linéaires, plusieurs fois dichotomes. Mais on ne sait rien sur l'organisation interne de ces plantes, et les fructifications en sont mal connues.

» Sous le nom de *Calamites radiatus*, Brongniart a décrit [2] une espèce de *Bornia* et en a fait une Calamite.

---

(1) *Comptes rendus*, 7 décembre 1885.

(2) *Histoire des végétaux fossiles*, p. 122.

» Les paléontologistes qui, depuis, se sont occupés des *Bornia* sous différents noms, Goeppert (1852), F.-A. Roemer (1854), Ettingshausen (1866), Stur (1875), etc., se sont tous accordés pour les ranger parmi les plantes cryptogames à côté des Calamites. Dans la Note que nous présentons aujourd'hui, nous réunissons quelques faits qui offriront, croyons-nous, de l'intérêt pour l'histoire de ces plantes, comptées parmi les plus anciennes que l'on connaisse.

» Les échantillons qui ont servi à cette étude ont été recueillis par nous dans un gisement silicifié nouveau que nous avons signalé dès 1878 ([2]), à Enost, sur la limite nord-ouest du bassin houiller d'Autun.

» Ce gisement, bien antérieur à ceux dans lesquels on a rencontré jusqu'ici les bois silicifiés si connus de la localité, forme une bande dirigée du nord à l'ouest, en bordure et à une petite distance des tufs orthophyriques qui paraissent représenter le terrain dévonien dans la région.

» Nous avons rencontré une empreinte de *Bornia* silicifié dans un fragment détaché de ces tufs mêmes. L'ancienneté de ce gisement est, du reste, confirmée par la présence d'écorces silicifiées de Lépidodendrons, que nous croyons appartenir au *L. Veltheimianum*, et par des empreintes houillifiées de *Cardiopteris polymorpha*.

» Sur une coupe transversale d'un fragment de *Bornia*, le cylindre ligneux assez développé mesure $2^{cm},3$ et entoure une moelle volumineuse; le diamètre de la tige dépourvue d'écorce devait atteindre 5^{cm} à 6^{cm}. Le cylindre ligneux est continu, formé de lames rayonnantes de trachéides de une à quatre files juxtaposées, en épaisseur.

» Les coins de bois sont munis, vers leur extrémité médullaire, d'une lacune aérienne, mais ne sont pas séparés par des lames cellulaires ou fibreuses, comme dans les *Arthropitus* et les Calamodendrons; à chaque articulation, ils forment un léger relief saillant du côté de la moelle. Les lacunes aériennes sont distantes les unes des autres de 5^{mm}; les coins de bois sont arrondis à leur extrémité, et l'empreinte qu'ils auraient produite serait très analogue au *Bornia laticostata*, Ettingsh. ([1]).

» Les trachéides portent sur les faces latérales de fines ponctuations aréolées, disposées en files verticales sur un à trois rangs et en alternance;

([1]) *Recherches sur les végétaux silicifiés d'Autun*, volume publié par la Société éduenne, p. 13.

([2]) *Fos. Fl. d. Mähr. Schles. Dachsch.* Ardoises du Kulm de Meltsch., *fig.* 1, *Pl. III.*

le pore est elliptique et son grand axe incliné de 45° environ sur celui de la trachéide. Les files de trachéides sont séparées par des rayons médullaires, composés de une à vingt-trois cellules en hauteur et une rangée, quelquefois deux en épaisseur.

» Ces cellules peuvent atteindre $0^{mm},22$ de long et $0^{mm},06$ de large; elles présentent donc le caractère essentiel des cellules des rayons des *Arthropitus* et des Calamodendrons, qui est d'être plus hautes que larges. Au contact des trachéides, elles sont marquées de ponctuations larges, irrégulières, disposées quelquefois en réseau. Leurs parois supérieure et inférieure sont également ponctuées, mais plus finement, et d'une façon plus régulière.

» Les racines naissent en verticille aux articulations, se divisent parfois en deux branches presque égales, qui simulent une sorte de dichotomie.

» Les faisceaux de bois primaire centripète, dans une racine dépourvue de son écorce et mesurant 3^{mm} de diamètre, sont nombreux, non enclavés dans le bois secondaire, comme cela se présente dans les racines des Calamodendrons. Le tissu fondamental secondaire qui les entoure est formé de cellules beaucoup plus hautes que larges et disposées en files verticales. Dans les racines ayant les dimensions que nous venons d'indiquer, les faisceaux centripètes n'atteignent pas le centre de l'organe; ils sont formés de trachéides rayées à la périphérie, mais ponctuées du côté de l'axe.

» Le bois *secondaire* est très développé sans lacunes aériennes, composé de trachéides ponctuées comme celles de la tige, mais plus courtes, marquées de ponctuations aréolées à pore elliptique oblique et disposées sur une ou plusieurs files suivant la largeur de la paroi latérale de la trachéide; les rayons médullaires sont également formés de cellules plus hautes que larges sur un ou deux rangs en épaisseur.

» Le genre *Bornia* n'est donc pas une Calamite, mais rentre, par la constitution du bois secondaire des tiges et des racines, dans la famille des Calamodendrées.

» Dans une Note prochaine, nous décrirons les fructifications des *Bornia* que nous avons été assez heureux pour rencontrer bien conservées à l'état d'empreinte et encore attachées à leurs rameaux. Nous pourrons les comparer alors avec celles des *Arthropitus* et celles des Calamodendrons.

» Nous donnons à l'espèce que nous venons de décrire le nom de *Bornia Enosti*. »

M. F. **Privat** adresse une Note ayant pour objet la recherche de l'influence des phases de la Lune sur la force et la direction du vent.

« Nous concluons de nos Tableaux, dit en terminant l'auteur, que les phases de la Lune n'ont pas d'influence sensible sur la force et la direction du vent. Les observations qui nous ont servi à dresser ces Tableaux ont été faites de l'année 1857 à l'année 1876. »

M. A. **Osselin** adresse une Note « Sur un nouveau mode mécanique ».

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie. J. B.

ERRATA.

(Séance du 31 mai 1886.)

Page 1199, ligne 20, *au lieu de* $d\Delta$, *lisez* $\frac{d\Delta}{2}$.

Même page, ligne 21, *au lieu de* 2ρ, *lisez* $2\rho \tang \frac{\Delta}{2}$.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 15 JUIN 1886.

PRÉSIDENCE DE M. JURIEN DE LA GRAVIÈRE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Tremblement de terre survenu au Brésil le* 9 *mai* 1886. Extrait d'une Lettre de S. M. DOM PEDRO D'ALCANTARA à M. Daubrée.

« Je m'empresse de vous communiquer un phénomène à peu près inconnu dans mon pays, d'après ce que j'ai observé moi-même à Petropolis, et les renseignements que j'ai obtenus jusqu'à présent.

» Le 9 mai, à $3^h 20^m$ de l'après-midi, j'ai commencé à entendre un roulement assez fort dans la direction du Sud au Nord à peu près, avec des secousses de bas en haut. Les vitres des fenêtres tremblaient en faisant un bruit très sensible. Cela a duré tout au plus quatre secondes. J'ai eu tout de suite l'idée d'un tremblement de terre.

» Des télégrammes l'ont confirmé, et je pourrais dire que la marche du phénomène a été à peu près : Sud-Ouest — Est au long de la côte jusqu'à Rio; Nord-Ouest — Ouest — Nord-Est — Nord jusqu'à 266^{km} de Rio par le chemin de fer, altitude, 620^m; Nord-Est entre $1°30'$ à peu près Ouest du méridien de Rio et $30'$ à peu près Est, un peu plus de $23°$ et environ

21°40′ Sud. Je ne puis pas préciser la longueur de la zone, qui me semble avoir été étroite. Rien n'a été observé au long de la côte à l'est et au nord de Rio. On n'a constaté que de petits et très rares dommages dans quelques bâtiments; des objets ont été déplacés.

» On prétend avoir senti une odeur de soufre à Parahybo, au bord du fleuve de ce nom, dans les montagnes, à peu de lieues de Rio.

» Petropolis se trouve à peu près à 800^m d'altitude.

» Je note comme coïncidence l'apparition de comètes et un froid exceptionnel pendant ces derniers jours. Le thermomètre a marqué — 5° C. dans un lieu de la province de Minas, et, dans d'autres points, — 3° C. et — 2°; mais à Rio, comme à Petropolis, la température la plus basse a été de 5° C. Toutes ces températures ont été observées la nuit ou le matin.

» Je regrette que ces informations soient bien incomplètes; mais elles vous intéresseront, et vous verrez s'il vaut la peine de les communiquer à l'Académie.

» *P.-S.* — Je reçois à l'instant une Note de M. Cruls sur le tremblement de terre [1]. »

ANALYSE SPECTRALE. — *Sur les spectres d'absorption de l'oxygène;* par M. J. Janssen.

« J'ai l'honneur de rendre compte à l'Académie de la suite de mes recherches sur les spectres d'absorption des gaz.

» Depuis ma dernière Communication, je me suis principalement occupé de l'oxygène.

» L'étude spectrale de l'oxygène m'a conduit à découvrir dans ce gaz plusieurs ordres de phénomènes d'absorption :

» Tout d'abord, l'action élective qui se traduit par un système de raies fines que M. Egoroff a reconnues le premier, et dont j'ai tenu à lui laisser confirmer l'existence. Ce sont notamment les groupes A, B et α, suivant cet auteur.

» Mais en outre, et c'est ici que les phénomènes prennent un haut intérêt, il existe un autre système, constitué non plus par des lignes facilement individualisables, mais par des bandes estompées qui paraissent très difficilement résolubles. Ce système apparaît beaucoup plus tard que le

---

(1) Voir plus loin, page 1383.

premier pour les pressions modérées, mais il se développe rapidement avec l'accroissement de la densité, et l'emporte bientôt sur celui-là.

» Les deux systèmes sont si différents par les conditions de leur production qu'on peut obtenir la manifestation du premier sans avoir celle du second, et réciproquement.

» Mais ce qui est d'une haute importance pour la Mécanique moléculaire et, comme on le verra bientôt, pour la Physique céleste, c'est la loi suivant laquelle ces phénomènes d'absorption se développent quand on fait varier à la fois la densité et l'épaisseur du milieu traversé par le faisceau lumineux. On constate alors que les bandes se développent beaucoup plus rapidement que suivant le produit de ces deux facteurs. On trouve en effet que, pour représenter les phénomènes, il faut multiplier l'épaisseur traversée, non par la densité du milieu, mais par le carré de cette densité.

» C'est ainsi, par exemple, qu'il nous a été donné d'obtenir ces bandes dans un tube de $0^{m},42$ de longueur contenant de l'oxygène à 70^{atm} seulement, tandis que le calcul indiquerait près de 860^{atm}, si, en partant de l'expérience avec le tube de 60^{m}, on voulait satisfaire à la loi du produit de la longueur par la densité, c'est-à-dire à la condition de faire traverser au faisceau la même quantité pondérale de matière.

» Les bandes dont nous parlons sont celles que nous avons déjà signalées dans notre dernière Communication. Nous nous demandions alors comment ces bandes, obtenues avec des épaisseurs d'oxygène beaucoup plus faibles que celles que la lumière solaire est obligée de traverser pour parvenir jusqu'à nous, ne se montrent pas très accusées dans le spectre solaire.

» Nous avons maintenant l'explication de ce fait qui découle de la loi sur les variations de ces actions suivant le carré de la densité du milieu où elles se produisent, ainsi que nous le montrerons.

» Tels sont les traits généraux du phénomène qui nous occupe. Nous aurions maintenant à entrer dans les détails de sa description exacte et des applications, ainsi que de la recherche que nous nous réservons de faire de phénomènes analogues chez les autres gaz; mais, avant d'aborder ces points, il me paraît que je dois avant tout faire connaître la série des expériences qui ont servi à démontrer que le phénomène en question appartient bien au gaz oxygène.

» Ce sera l'objet d'une prochaine Communication.

» M. Stanoïewitch a continué à m'assister dans ces études. »

CHIMIE. — *Remarques sur la décomposition des sels ammoniacaux par les bases et oxydes métalliques;* par M. **Berthelot.**

« Les phénomènes chimiques les plus simples et les plus élémentaires ont été plutôt constatés qu'expliqués et ils exigent aujourd'hui une étude plus profonde et des interprétations nouvelles, rendues nécessaires par les progrès incessants de la Mécanique chimique. Tel est le cas de la préparation du gaz ammoniac. Berthollet l'expliquait par la volatilité de ce gaz, opposée à la fixité des bases alcalines : explication exacte en fait, mais insuffisante, car elle ne rend pas compte du caractère partiel de la réaction de la plupart des oxydes métalliques. Elle ne nous apprend pas non plus ce qui doit se passer lorsqu'on opère en présence de l'eau, dans des conditions où l'ammoniaque demeure dissoute; ni pourquoi la chaux, la baryte, la strontiane se dissolvent dans les solutions de chlorhydrate d'ammoniaque, tandis que l'ammoniaque ne précipite pas les chlorures de calcium, de baryum et de strontium.

» Dans le cas même de la soude ou de la potasse, en présence d'un excès d'eau, les théories de Berthollet impliqueraient le partage de l'acide entre la soude et l'ammoniaque suivant un rapport « déterminé par leur capacité de saturation et leur quantité (1) ». Or, en fait, j'ai établi par les mesures thermiques que la soude déplace entièrement, ou sensiblement, l'ammoniaque dans ses dissolutions étendues, indépendamment de toute volatilité et quelles que soient les proportions relatives des divers composants. La chaux agit de même dans les dissolutions étendues (2), contrairement à l'ancien principe de l'insolubilité. Il n'est donc pas surprenant que, si l'eau fait défaut, le gaz ammoniac se dégage; *son déplacement n'étant pas dû en réalité à sa volatilité, mais à une réaction chimique préalable et indépendante de celle-ci.*

» Cette réaction elle-même offre un caractère particulier, car elle est accompagnée par une absorption de chaleur, aussi bien lorsque l'ammoniaque reste dissoute que lorsqu'elle se dégage. M. Isambert (3) a expliqué cette circonstance avec sagacité, en faisant observer que les sels

---

(1) Voir mon *Essai de Mécanique chimique,* t. II, p. 688.
(2) *Ibid.*, p. 695.
(3) *Comptes rendus,* t. C, p. 859; 1885.

ammoniacaux sont en partie dissociés, par exemple le chlorhydrate d'ammoniaque en ammoniaque et acide chlorhydrique. La base mise en présence agit donc au début, non sur le sel lui-même, mais sur l'acide libre : la neutralisation de cet acide, qui tenait le sel ammoniac en équilibre, permet la dissociation d'une nouvelle dose de chlorhydrate, et la réitération de l'action se poursuit jusqu'à épuisement.

» C'est précisément la même explication que j'avais donnée en 1873 (1) pour rendre compte de la transformation totale et instantanée du sulfate (ou du chlorhydrate) d'ammoniaque dissous et mêlé avec le carbonate de potasse, en sulfate de potasse et carbonate d'ammoniaque, également dissous : transformation constatée par mes mesures thermiques et qui explique les réactions similaires de la voie sèche. Dans tous les cas de ce genre, la métamorphose chimique dépend d'une double condition : réaction exothermique, due aux énergies internes du système et répondant au maximum thermique (action de la base additionnelle sur la fraction d'acide actuellement libre), et dissociation endothermique, due à l'action calorifique du milieu ambiant, c'est-à-dire aux énergies étrangères, lesquelles régénèrent sans cesse le composant susceptible de la première réaction.

» Lorsqu'on étudie plus en détail les phénomènes, on observe d'ordinaire des complications qui avaient échappé à une première vue. Tel est le cas des actions entre la plupart des oxydes et les sels ammoniacaux; mais toutes ces actions rentrent à leur tour dans la règle générale, lorsqu'on les soumet à une analyse convenable, en tenant compte non plus seulement des composés les plus simples, mais de tous ceux qui sont susceptibles de se produire et dont l'existence est constatée.

» Pour nous borner au chlorhydrate d'ammoniaque mis en présence des oxydes, les composés secondaires peuvent être fort nombreux; ils comprennent en effet :

» Les combinaisons de l'ammoniaque avec le chlorure métallique (calcium, fer, zinc, argent, etc.);

» Les combinaisons de l'ammoniaque avec l'oxyde métallique (zinc, cuivre, mercure, argent, etc.), donnant lieu souvent à des bases complexes, ainsi que les chlorures ou chlorhydrates correspondants;

» Les combinaisons du chlorhydrate d'ammoniaque avec le chlorure métallique, combinaisons qui existent pour la plupart des chlorures;

---

(1) Reproduite dans mon *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 708, 712, 717 et 718.

» Les combinaisons de l'oxyde métallique avec son propre chlorure (oxychlorures de magnésium, de zinc, de plomb, de mercure, etc.);

» Enfin tous ces composés peuvent se former à l'état anhydre, ou bien à l'état d'hydrates; l'eau étant un produit nécessaire de la réaction, attendu que l'oxyde d'ammonium, corps du même type que les oxydes métalliques, n'existe pas à l'état isolé, mais se trouve aussitôt dissocié en eau et ammoniaque.

» La formation de ces composés secondaires est susceptible d'arrêter la réaction en donnant lieu à un phénomène de partage, en raison des dégagements de chaleur qu'elle détermine et toutes les fois que ces dégagements répondent au maximum thermique; c'est ainsi que, d'après M. Isambert, qui a fort bien expliqué ce phénomène, le gaz ammoniac peut ne pas se dégager, à la température ordinaire, dans la réaction de la chaux sur le chlorhydrate d'ammoniaque, parce qu'il demeure combiné au chlorure de calcium. Pour le dégager, il faut déterminer par une élévation de température la dissociation du chlorure de calcium ammoniacal; et c'est cette dissociation qui absorbe, comme toujours, la chaleur fournie par l'échauffement extérieur, c'est-à-dire par une énergie étrangère. Il est clair que, pour toute température comprise entre les limites qui séparent la dissociation commençante de la décomposition totale, on doit observer une tension définie du gaz ammoniac (et de la vapeur d'eau). Or, c'est précisément ce que démontrent les très intéressantes expériences publiées dans la dernière séance par M. Isambert, expériences faites sur l'oxyde de plomb et le chlorhydrate d'ammoniaque. Ces expériences, d'ailleurs, ne se distinguent pas en principe de celles du même savant relatives au chlorure de calcium; car le chlorure de plomb absorbe pareillement le gaz ammoniac, en formant un composé représenté par $4PbCl, 3AzH^3$, d'après H. Rose [1]. Deux autres ordres de composés concourent aussi au phénomène, savoir les sels doubles formés par le chlorure de plomb et le chlorhydrate d'ammoniaque [2], et les oxychlorures de plomb [3], sels doubles et oxychlorures étudiés par M. André et que la chaleur tend pareillement à dissocier. L'équilibre total, qui détermine la tension du gaz ammoniac à une température donnée, résulte à la fois de la formation et de la dissociation partielle de ces divers ordres de composés. En effet, j'ai établi, dès l'origine, cette

---

(1) Probablement $PbCl, AzH^3$ dissocié.

(2) André, *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. III, p. 104; 1884.

(3) Même Recueil.

règle que : toutes les fois qu'il se produit un équilibre chimique réversible, cet équilibre est déterminé par l'existence actuelle et démontrable de certains composés dissociés. A la température ordinaire, ce n'est pas en général sur les composés fondamentaux, stables pour la plupart à cette température, que porte la dissociation, mais sur les composés secondaires : ce sont donc ces derniers qui déterminent alors les équilibres. Les réactions entre les oxydes et les sels ammoniacaux sont conformes à cette règle, laquelle définit, je le répète, les équilibres par le concours des énergies internes des systèmes, génératrices des combinaisons avec tendance vers le dégagement maximum de chaleur, et celui des énergies étrangères, génératrices des décompositions totales et des dissociations, accomplies au contraire avec absorption de chaleur. J'ai montré, dès l'origine de mes recherches, comment tous les équilibres observés sont la résultante de ces deux ordres d'énergies, et comment s'applique alors le principe du travail maximum. »

CHIMIE AGRICOLE. — *L'ammoniaque dans les sols.* Troisième Note de M. Th. Schlœsing.

« Dans ma Note du 31 mai, j'ai présenté les résultats que j'ai obtenus en appliquant à deux terres végétales le procédé employé par MM. Berthelot et André pour doser l'ammoniaque dans les sols. Mon éminent Confrère M. Berthelot m'a appris, dans la séance de l'Académie du 7 juin, que la dissolution de soude qu'il appelait concentrée était en réalité une dissolution étendue renfermant moins de $\frac{1}{10}$ d'alcali : depuis, les *Comptes rendus* ont fait savoir que le titre de cette dissolution a varié de 50^{gr} à 80^{gr} de NaO pour 1^{lit}.

» J'ai donc repris pendant la semaine dernière l'étude du procédé en question, en me servant de dissolutions de soude étendues.

» J'ai fait trois dissolutions de l'hydrate de soude vendu sous le nom de soude pure :

Dissolutions.	Hydrate pour 1^{lit}.
	gr
I	20
II	50
III	100

» Un titrage alcalimétrique m'a donné les résultats suivants :

Dissolutions.	NaO pour 1^{lit}.
	gr
I	14,5
II	36,4
III	72,8

» Les deux premières étaient plus faibles que celles de MM. Berthelot et André ; la troisième seule était comprise entre les limites indiquées, 50^{gr} et 80^{gr}.

» Les trois dissolutions étaient exemptes d'ammoniaque : en effet, 50^{cc} de la plus concentrée m'ont donné, à la distillation, $0^{mg},00$ d'ammoniaque.

» J'ai fait trois expériences avec la terre de Boulogne, en employant 100^{gr} de terre et 35^{cc} de chaque dissolution, et trois autres expériences avec la terre de Neauphle, en employant seulement 50^{gr} de terre, mais toujours 35^{cc} de dissolution. Ces expériences ont duré quarante-huit heures. Comparativement, j'ai dosé de nouveau l'ammoniaque dans les deux terres, en opérant sur 100^{gr} de chacune, par le procédé de M. Boussingault fondé sur la distillation à 100° en présence de magnésie : ces dosages étaient nécessaires, les derniers faits remontaient à une quinzaine de jours, et l'ammoniaque avait pu varier depuis lors, soit en moins, par sa nitrification partielle, soit en plus par absorption au contact de l'air.

» Voici les résultats de ces diverses expériences :

	Ammoniaque.	
	Dans 100^{gr} terre de Boulogne. (Humidité 15 pour 100)	Dans 1^{kg} de cette terre.
	mg	mg
Dosage à froid avec dissolution I	1,13	11,3
» II	4,05	40,5
» III	7,57	75,7
Procédé Boussingault	0,81	8,1
	Dans 50^{gr} terre de Neauphle. (Humidité 15 pour 100)	Dans 1^{kg} de cette terre.
	mg	mg
Dosage à froid avec dissolution I	1,72	34,4
» I	3,08	61,6
» II	4,80	96,0
Procédé Boussingault (sur 100^{gr} terre).	0,90	9,0

» Dans les 35^{cc} de la dissolution I, il y avait 507^{mg},5 de NaO équivalant à 278^{mg} d'ammoniaque; la quantité d'alcali fixe était largement suffisante pour déplacer toute l'ammoniaque salifiée préexistant dans les 100^{gr} de terre de Boulogne ou dans les 50^{gr} de terre de Neauphle; donc les dosages faits avec la dissolution I donnent, pour le moins, toute l'ammoniaque préexistante; donc les excédents obtenus avec les dissolutions II et III représentent de l'ammoniaque formée au cours des expériences, sous l'action de l'alcali, aux dépens de matières azotées. Ceci me semble indiscutable. J'ajoute que la dissolution I, toute faible qu'elle est, agit déjà dans une large mesure sur les matières azotées de la terre de Neauphle, puisque l'expérience à froid donne 34^{mg},4 d'ammoniaque, quand le procédé Boussingault en donne seulement 9.

» Ainsi, les dissolutions de soude employées par MM. Berthelot et André déterminent dans les terres de Boulogne et de Neauphle une production d'ammoniaque énorme par rapport à la quantité de cet alcali préexistante. Cette production continue longtemps après les quarante-huit heures consacrées au dosage. On peut s'en convaincre en recueillant périodiquement, dans un acide titré, l'ammoniaque dégagée pendant les jours suivants.

» Déjà, j'avais constaté ce fait à la suite des expériences rapportées dans ma Note du 31 mai et exécutées les unes avec du lait de chaux, les autres avec une dissolution concentrée de soude :

	Ammoniaque rapportée à 1^{kg} de terre dégagée			
	par la terre de Boulogne		par la terre de Neauphle	
	arrosée de lait de chaux.	arrosée de soude concentrée.	arrosée de lait de chaux.	arrosée de soude concentrée.
	mg	mg	mg	mg
Pendant les deux premiers jours..	21,6	129,4	22	101,0
Pendant deux jours suivants	21,7	31,9	12,8	24,2
Pendant trois jours suivants......	16,1	21,7	7,5	11,9
Pendant six jours suivants.......	22,4	30,7	12,3	24,9
Totaux............	81,8	213,7	54,6	162,0

» L'ammoniaque continue également à se produire, après les deux pre-

miers jours du contact de la terre avec l'alcali, quand j'emploie les dissolutions I, II, III :

	Terre de Boulogne. Dissolutions I.	II.	III.	Terre de Neauphle. Dissolutions I.	II.	III.
Ammoniaque dégagée pendant les deux jours qui ont suivi les quarante-huit heures consacrées aux expériences rapportées ci-dessus; les nombres rapportés à 1^{kg} de terre.................	$6^{mg},5$	$20^{mg},0$	$23^{mg},0$	$11^{mg},7$	$18^{mg},1$	$20^{mg},9$

d'où l'on voit que ces terres de Boulogne et de Neauphle contredisent encore une assertion de mon éminent Confrère et de son collaborateur, qui se trouve dans la description de leur procédé (*Comptes rendus*, 7 juin, p. 1289) « et l'on attend 48 heures, temps au bout duquel les résultats de- » meurent invariables. »

» En résumé, si j'en juge par les résultats que me donnent les terres de Boulogne et de Neauphle qui sont certainement des terres végétales cultivées de temps immémorial, le procédé que je m'efforce de vérifier n'est pas un procédé de dosage de l'ammoniaque préexistante dans les sols; c'est plutôt un procédé de fabrication lente de cet alcali au moyen des matières azotées de la terre. S'il en est ainsi, les déterminations d'ammoniaque dans les sols données par MM. Berthelot et André sont bien compromises.

» Et maintenant, faut-il que je réponde à la dernière Communication de MM. Berthelot et André, insérée aux *Comptes rendus* du 7 juin? Une discussion tend à s'égarer quand elle se prolonge : c'est ce qui nous arrive. Mon savant Confrère et M. André touchent dans cette Note à plusieurs sujets intéressants : le pouvoir absorbant des sols; l'état de l'ammoniaque, et la nature des substances azotées contenues dans la terre végétale; la critique du procédé de M. Boussingault et des modifications que j'ai conseillé d'y introduire; mes expériences sur l'absorption de l'ammoniaque aérienne par les sols; etc.

» Je suis prêt à examiner ces diverses questions avec MM. Berthelot et André : mais, auparavant, revenons sur nos pas, et vidons la question première, cause de notre différend :

» *Les quantités d'ammoniaque contenues dans les terres végétales sont-elles comprises*, GÉNÉRALEMENT, *entre* 0^{mg} *et* 20^{mg}, *conformément aux déterminations de M. Boussingault, aux miennes, à celles d'autres analystes; ou bien ces quantités sont-elles de l'ordre de celles trouvées par MM. Berthelot et André*, 78^{mg} *et* 118^{mg}?

» Les relations entre les sols et l'atmosphère, au point de vue des échanges d'ammoniaque, dépendent évidemment de la solution adoptée.

» On le voit, entre nous il y a divergence principalement sur une question de quantité ; et, comme la quantité dépend du procédé d'analyse qui la détermine, la question de quantité revient simplement à une question de procédés analytiques. Il me semble que, réduit à ces termes, notre différend touche à sa fin. »

M. **Berthelot** communique à l'Académie une Lettre de M. *Nordenskiöld* par laquelle il remercie l'Académie et M. Chevreul en particulier de leur participation au centenaire de Scheele. M. Nordenskiöld termine en ces termes :

« Je n'ai pas besoin de vous dire combien l'Académie (de Stockholm) et l'assistance ont été charmées de l'intérêt que l'Institut de France et les illustres représentants des chimistes français ont témoigné, en cette circonstance, à la mémoire de notre grand savant. Je vous prie de vouloir bien transmettre au vénérable M. Chevreul nos vifs remercîments pour sa participation télégraphique à notre fête. Comme continuateur immédiat des travaux de Scheele, il est à présent le seul représentant de la première ère des grandes découvertes chimiques, et ses félicitations nous ont paru comme une voix directe de la génération qui, à la fin du siècle dernier et au commencement du nôtre, a tant contribué au développement des Sciences et au bien-être de l'Humanité. La part prédominante que l'Institut de France a prise à ce développement nous a aussi rendu très précieuse sa présence (par télégramme) à notre fête .... »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Géographie et Navigation, en remplacement de feu M. l'amiral *Lütke*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 45,

M. Pissis	obtient. . . .	41	suffrages.
M. Dubois	»	4	»

M. **Pissis**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

CORRESPONDANCE.

M. **Villemin** prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante, dans la Section de Médecine et Chirurgie, par M. *Vulpian*, nommé Secrétaire perpétuel.

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une brochure de S. A. le Prince *Albert de Monaco*, portant pour titre : « Sur le Gulf-Stream. Recherches pour établir ses rapports avec la côte de France. Campagne de l'*Hirondelle* 1885 ».

2° Une brochure de M. *A. Issel*, intitulée : *Contributi alla geologia Ligustica*. (Présentée par M. Hébert.)

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Lavoisier et la Commission des Poids et Mesures.* Note de M. E. **Grimaux**, présentée par M. Wolf.

« Dans la dernière séance de l'Académie, M. Wolf a établi la part importante prise par Lavoisier à l'établissement du nouveau système des poids et mesures.

» J'ai pensé que l'Académie lirait avec intérêt un document inédit qui

fait le plus grand honneur à Lavoisier et à ses collègues de la Commission des Poids et Mesures : c'est la demande de sa mise en liberté adressée le 29 frimaire an II (19 décembre 1793) au Comité de sûreté générale.

» J'extrais cette pièce d'une collection de documents que j'ai réunis dans le but d'écrire une biographie complète de Lavoisier.

Extrait des registres de délibérations de la Commission des Poids et Mesures du 28 frimaire, l'an II de la République une et indivisible.

« La Commission des Poids et Mesures, considérant que, dans les circonstances actuelles où elle est obligée de faire des vérifications très nombreuses d'étalons de toutes les espèces de poids et mesures en exécution de différens décrets de la Convention nationale, la présence du citoyen Lavoisier, l'un de ses membres, lui devient nécessaire par le talent particulier qu'a ce citoyen pour tout ce qui exige de la précision; que, d'ailleurs, les travaux qu'il a commencés sur la détermination des poids et la dilatation des métaux se trouvent interrompus par son absence, et qu'il faudroit qu'un nouveau commissaire les recommençât en entier; qu'enfin il seroit d'une très grande difficulté de pouvoir le remplacer relativement aux différens objets dont il s'est occupé, a pensé qu'il étoit de son devoir de représenter au Comité de sûreté générale combien il est urgent que ce citoyen puisse être rendu aux travaux importants qu'il a toujours suivis avec autant de zèle que d'activité.

» Borda, président.

» Haüy, secrétaire. »

» La pièce est entièrement de la main d'Haüy ; au-dessous on trouve le refus du Comité de sûreté générale :

« Le Comité de sûreté générale, considérant que le citoyen Lavoisier est porté sur la liste des cy-devant fermiers généraux, mis en état d'arrestation en exécution du décret de la Convention nationale, passe à l'ordre du jour.

» Ce 29 frimaire, l'an II de la République française une et indivisible.

» Bayle, Lavicomterie, Élie Lacoste, Dubarran, Vadier, Voulland, Guffroy, (*nom illisible*) (Archives nationales).

» Le décret de la Convention était du 4 frimaire an II (24 novembre 1793); Lavoisier avait été écroué le 8 frimaire (28 novembre) à la maison d'arrêt de Port-Libre (ci-devant Port-Royal), comme l'indiquent les registres d'écrou.

» Du 8 frimaire.

» Lavoisier cy-devant fermier général.

» Le 5 nivôse il fut transféré à l'Hôtel des Fermes, qui servit de prison aux fermiers généraux jusqu'à leur comparution devant le tribunal révolutionnaire [18 et 19 floréal an II, 7 et 8 mai 1794 (1)].

(1) La plupart des biographes de Lavoisier, Dumas entre autres, dans sa *Philosophie*

» La démarche honorable de la Commission des Poids et Mesures, osant prendre la défense d'un ci-devant fermier général, la fit-elle soupçonner d'incivisme ? Quatre jours après, le 3 nivôse (26 décembre 1793), le Comité de salut public arrête que *Borda, Lavoisier, Laplace, Coulomb, Brisson, Delambre cesseront à compter de ce jour d'être membres de la Commission des Poids et Mesures.* »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Fabry.* Note de M. **L. Cruls**, présentée par M. Faye.

« L'apparition de la comète Fabry était attendue pendant les derniers jours du mois d'avril; mais, à cause du mauvais temps qui régnait à ce moment, elle n'a été aperçue pour la première fois à Rio que le 2 mai. Ce jour-là, Sa Majesté l'Empereur, ainsi que S. A. le prince D. Pedro, ayant visité l'observatoire, ont eu l'occasion d'observer la comète, qui était alors dans son éclat maximum, et présentait un assez bel aspect.

» Le noyau de la comète, bien défini, offrait l'apparence d'une étoile de 5e grandeur, entouré d'une chevelure d'un diamètre de 20′, et la queue, qui s'étalait sous forme d'un secteur d'environ 10° à 12° d'ouverture, s'étendait sur une longueur de 5° à 6°.

» Les observations commencées à l'équatorial de $0^m,25$ d'ouverture, et qui se continuent en ce moment, ont montré un assez grand accord entre les ascensions droites observées et celles de l'éphéméride du Dr Oppenheim, mais les déclinaisons observées sont plus faibles d'environ 5°, ce qui semble devoir résulter de l'incertitude qui existe sur la valeur de l'inclinaison de l'orbite et sur celle de la longitude du nœud, déduites d'observations faites à l'époque où le rayon visuel était presque normal au plan de l'orbite de la comète. A l'époque où nous avons commencé nos observations, la Terre venait de traverser le plan de cette orbite, et s'en trouvait encore très voisine; il sera donc possible, plus tard, de rectifier sûrement les éléments de l'orbite, à l'aide des observations effectuées dans l'hémisphère austral.

» Depuis le 2 mai, la comète a rapidement diminué d'éclat, non seu-

---

chimique, ont cru que Lavoisier avait été arrêté seulement le 6 mai, après le décret de mise en accusation. J'établirai toutes ces dates, d'après des documents tirés de nos Archives publiques, dans un travail que j'ai l'intention de publier prochainement sur la mort de Lavoisier et le procès des fermiers généraux.

lement par suite de la perte de sa lumière intrinsèque, mais aussi à cause de la présence de la Lune.

» En ce moment (13 mai), le noyau est devenu diffus, et l'ensemble ne présente plus que l'aspect d'une nébulosité de 10′ de diamètre, pourvue d'un rudiment de queue.

» L'analyse spectrale, faite à l'aide d'un spectroscope à vision directe, composé de cinq prismes d'Hoffmann, à faible pouvoir dispersif, a montré distinctement les trois bandes caractéristiques des composés du carbone. »

ASTRONOMIE. — *Dimensions comparatives des satellites de Jupiter, déduites d'observations faites en* 1885. Note de **dom Lamey**, présentée par M. d'Abbadie.

« Ayant entrepris de reproduire par le dessin les taches que l'on parvient à discerner sur les satellites de Jupiter, j'ai eu occasion d'y relever en même temps diverses autres particularités intéressantes, telles que la coloration et le brillant respectifs, la nébulosité et la déformation des contours, et en particulier les dimensions comparées des disques.

» Afin de me rendre compte du degré d'approximation qu'il est possible d'obtenir dans ce genre de recherches encore très préliminaires, j'ai voulu réduire dès aujourd'hui la partie de ces observations relative aux grandeurs des disques. Dans ce but, j'ai dressé le Tableau ci-dessous, donnant en millimètres le diamètre vertical des quatre satellites mesuré sur mes dessins. Les grandeurs apparentes ont été représentées par simple estime, en comparant les satellites l'un à l'autre.

» Le réfracteur employé a $0^{m},16$ d'ouverture; les grossissements ont varié, selon la qualité des nuits, de 250 (n° V) à 665 fois (n° VIII); l'oculaire désigné par Æ et utilisé le 7 juin grossit environ 400 fois.

Dates et temps moyen.	I.	II.	III.	IV.	Oculaires.
a. Mars 2,34......	7,5	6,1	10,0	7,2	V
b. » 7,35......	5,8	6,0	9,9	7,6	VIII
c. » 7,43......	5,2	5,3	9,2	6,9	VIII
d. Avril 4,48......	4,97	5,8	8,0	6,0	VIII
e. Juin 1,41......	5,44	5,2	7,32	6,6	VIII
f. » 3,39......	6,61	5,9	7,2	6,5	VIII
g. » 7,39......	5,1	7,42	6,65	4,7	Æ
h. » 22,40......	4,4	5,4	7,85	4,65	V
i. » 23,33......	4,6	4,3	7,0	3,5	V
Moyennes.......	5,51	5,71	8,16	5,96	

» Le 7 juin 1885, alors que le troisième satellite passait vers 10^h sur la planète, j'ai trouvé, par diverses appréciations, que son diamètre était d'environ 2,355 et en tout cas plus grand que la valeur moyenne de l'ombre, savoir 2,200, le diamètre de Jupiter étant de 50. En prenant, d'après la *Connaissance des Temps*, 32″,8 pour le diamètre polaire de l'astre central à cette date, il en résulte que le diamètre apparent du satellite devait être alors de 1″,403.

» Le 22 juin, vers $9^h 36^m$, j'observai le passage du premier satellite sur la planète et je dessinai les grandeurs relatives. J'ai trouvé pour valeur du diamètre de ce satellite 1″,604.

» D'après les chiffres ci-dessus donnés, j'ai obtenu, pour les diamètres verticaux à la distance moyenne, les dimensions angulaires suivantes :

I	1″,176 ± 0″,360
II	1,281 ± 0,392
III	1,725 ± 0,436
IV	1,286 ± 0,447

» Il est à remarquer que l'écart en plus et en moins va en augmentant du premier au quatrième. Cet écart ne semble pas pouvoir provenir de ce que les dimensions ont été appréciées avec plus de difficulté pour les gros satellites que pour les petits, car le contraire paraît plus probable. En outre, cet écart a été tel, que parfois l'un ou l'autre des satellites les plus petits en moyenne a paru surpasser l'un des plus gros. Doit-il être attribué aux phases et aux déformations très marquées que j'ai vues plus d'une fois avec certitude, ou bien faut-il l'expliquer par une autre cause encore inconnue? Je ne saurais le dire actuellement; mais il y a certainement là une énigme, analogue à celles déjà signalées par plusieurs observateurs, et dont la solution me paraît devoir se rattacher aux anomalies révélées par l'insuffisance des Tables parues jusqu'à ce jour. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'herpolhodie.* Note de M. **Hess**, présentée par M. Hermite.

« J'ajouterai à ma première Communication (¹) ces *autres propriétés de l'herpolhodie de l'ellipsoïde.*

» L'ellipsoïde est supposé arbitraire si l'on ne spécifie pas expressément qu'il est un ellipsoïde central.

(¹) Voir même Volume, p. 1304.

» Notre courbe est, comme on sait, comprise entre deux cercles concentriques, dont elle touche les périphéries, l'une après l'autre; j'ai donné le nom d'*onde* à la longueur de la ligne comprise entre deux points de contact avec le même cercle, et celui de *demi-onde* à celle qui se trouve entre deux points de contact successifs. La connaissance de la forme des demi-ondes détermine par symétrie la connaissance de la courbe entière.

» Voici maintenant les théorèmes que j'ai trouvés :

» *La vitesse avec laquelle l'ellipsoïde roulant trace l'herpolhodie obtient une valeur extrême dans les points de contact avec les cercles limitants, c'est-à-dire un maximum ou minimum pour le cercle extérieur, selon que la distance du plan invariable et du centre de l'ellipsoïde est plus petite ou plus grande que le demi-axe moyen de cette surface* (p. 26).

» *Plus la distance entre le centre d'un ellipsoïde non central et le plan tangent invariable s'approche de la longueur du demi-axe moyen, plus les points d'inflexion s'approchent du cercle intérieur, jusqu'à ce qu'ils se perdent — dans le cas où la distance égale le demi-axe — au point asymptotique de la spirale de Poinsot* (p. 33).

» Nous avons remarqué précédemment que dans l'herpolhodie d'un ellipsoïde des points d'inflexion sont possibles, si l'intervalle entre le plan invariable et le centre de la surface est plus grand que le demi-axe moyen de cette surface. Mais, vu cette condition, il faut distinguer entre un ellipsoïde central et un ellipsoïde non central. Ce n'est que pour le dernier que se montrent de tels points, tandis que pour le premier ils sont imaginaires. De là résulte qu'il doit exister un certain ellipsoïde, pour lequel l'une des deux formes caractéristiques de notre courbe se transforme en l'autre. Dans ce cas l'ellipsoïde roulant arbitraire va devenir ellipsoïde central et il est facile de démontrer la proposition suivante :

» *Pour un ellipsoïde qui commence à devenir ellipsoïde central, les deux points d'inflexion d'une onde de l'herpolhodie coïncident l'un avec l'autre. La courbe possède quatre points infiniment voisins sur la même tangente, dont deux sont situés sur la circonférence du cercle intérieur.*

» *L'angle polaire* Φ *d'une onde de l'herpolhodie, qui s'étend à partir du centre de la courbe, est, pour un ellipsoïde quelconque et pour une distance* h*, arbitrairement choisie, en général incommensurable avec* π*, de sorte que la courbe ne peut pas se fermer. Mais une petite déformation, concernant d'une part les dimensions de l'ellipsoïde et d'autre part la distance* h *du plan invariable, est suffisante pour faire revenir le point décrivant dans les trajectoires qu'il a précédemment décrites* (p. 38, 39).

» *Si l'ellipsoïde s'approche tellement d'un ellipsoïde de révolution que l'axe le plus grand ou le plus petit tende à s'égaliser avec l'axe moyen, l'angle Φ d'une onde sera croissant. En même temps l'anneau enfermant l'herpolhodie devient d'autant plus étroit que le cercle extérieur se meut vers l'intérieur* (p. 49, 51).

» *Si, au contraire, l'ellipsoïde s'approche d'un ellipsoïde de révolution de manière que l'axe moyen tende à atteindre un des axes extrêmes, l'anneau devient de même plus étroit parce que cette fois le cercle intérieur s'étend vers l'extérieur; mais les angles Φ peuvent croître ou décroître* (p. 49, 50).

» *Lorsque l'ellipsoïde s'est transformé en effet en ellipsoïde de révolution, les deux cercles limitants se sont réunis et l'herpolhodie se trouve entièrement dans ce cercle commun. Pourtant il faut bien remarquer que les angles Φ des ondes ne sont pas indéfinis, mais qu'ils prennent des valeurs parfaitement fixées* (p. 50).

» *La grandeur de l'anneau limitant l'herpolhodie d'un ellipsoïde quelconque atteint son maximum, savoir la valeur zéro, si le plan invariable touche l'ellipsoïde à l'extrémité de l'axe le plus grand ou le plus petit. Elle atteint son maximum, si ce plan le touche à une distance égale au demi-axe. Dans le premier cas la courbe se réduit toutefois à un point, dans le second elle se change dans la spirale bien connue de Poinsot, produite par le roulement d'une moitié d'une des deux ellipses qui forment la courbe de la polhodie* (p. 18).

» Si l'on ajoute à cette spirale la spirale correspondante qui se produit par le roulement de l'autre moitié de l'ellipse, on forme une spirale double.

» *L'aire comprise dans la dernière est égale à l'aire du rectangle qu'on peut construire avec les excentricités linéaires des deux ellipses principales décrites autour des axes les plus grands et les plus petits de l'ellipsoïde* (p. 42).

» En terminant cette Communication, je crois devoir dire qu'il ne paraît pas nécessaire de démontrer formellement le manque de points de rebroussement dans l'herpolhodie; car, d'après l'interprétation mécanique, la dernière courbe naît du roulement de la polhodie, et puisque l'élément de l'arc de cette ligne ne peut pas s'annuler, l'élément de la courbe développée ne disparaît pas non plus, et en conséquence la courbure ne peut en aucun point être nulle.

» Aux résultats précédents, j'ai ajouté dans mon Mémoire des valeurs numériques et des dessins graphiques qui sont une vérification de leur exactitude. »

PHYSIQUE. — *Sur la mesure du volume spécifique des vapeurs saturées et la valeur de l'équivalent mécanique de la chaleur.* Note de M. **A. Perot**, présentée par M. Lippmann.

« En appliquant à un mélange d'un liquide et de sa vapeur le principe de l'équivalence et le principe de Carnot, on obtient la relation connue

$$\lambda = \frac{1}{E}T(u' - u)\frac{dp}{dT}.$$

Dans cette équation, E représente l'équivalent mécanique de la chaleur, T la température absolue, p la pression exprimée en kilogrammes par mètre carré, λ la chaleur latente de vaporisation, u' le volume spécifique de la vapeur, u celui du liquide.

» Pour des températures qui ne sont pas très élevées, on peut prendre pour T l'expression approchée $(273 + t)$; si l'on considère un liquide pour lequel λ, $\frac{dp}{dT}$ et u soient connus, et qu'on détermine expérimentalement u', l'équation donnera la valeur du nombre E, équivalent mécanique de la chaleur.

» Des expériences ont été faites dans le but de déterminer u'; MM. Fairbairn et Tate, d'une part, Herwig, d'autre part, ont cherché à mesurer le volume d'une masse connue de vapeur saturée à une température donnée. Ce genre de détermination présente des incertitudes, provenant de la difficulté de faire la mesure au point exact de saturation.

» Pour obvier à cet inconvénient, j'ai pensé qu'il valait mieux procéder d'une manière inverse, c'est-à-dire se donner à l'avance un certain volume et déterminer ensuite la masse de la vapeur saturée qui le remplirait. Supposons que, dans un vase rempli d'une atmosphère de vapeur saturée, se trouve un ballon que l'on puisse fermer une fois rempli et retirer ensuite; connaissant le poids du ballon et en retranchant celui de l'enveloppe, on aura le poids de la vapeur contenue; pour obtenir u', il ne restera donc qu'à mesurer le volume.

» J'ai réalisé ce plan d'expériences de la façon suivante : Dans l'intérieur d'une chaudière cylindrique en bronze de 12^{cm} de diamètre intérieur, on place une ampoule pleine du liquide à étudier et un ballon à densités de vapeur, d'une contenance d'environ 200^{cc}, dont le col est étiré en pointe

fine. Sur l'extrémité de cette pointe est enroulé deux fois un fil fin de platine dans lequel on peut à volonté faire passer un courant, amené par des fils dont l'un traverse la paroi de la chaudière et est isolé de celle-ci par un tube de verre. La chaudière est ensuite fermée par un couvercle boulonné, et, pour obtenir une fermeture hermétique sans l'interposition d'un cuir gras, on place entre ces deux pièces un tore en plomb que l'on écrase avec les boulons. On fait le vide sec dans l'intérieur par un tube de verre étiré, que l'on ferme ensuite à la lampe; ce tube et celui qui contient le fil isolé qui doit amener le courant pénètrent dans la chaudière chacun par un presse-étoupe rempli d'un mélange d'amiante et de talc. L'appareil est alors introduit dans un bain d'huile convenablement agité, que l'on chauffe; l'ampoule se rompt, et le ballon se remplit de vapeur saturée à la température du bain. On amène cette température, mesurée à l'aide de thermomètres comparés au thermomètre à air, au degré que l'on a choisi, et on l'y maintient un certain temps; puis on fait passer un courant dans le fil de platine intérieur, de manière à le faire rougir : la pointe sur laquelle il est enroulé fond, et le ballon se trouve fermé instantannément, aussi bien qu'on pourrait le faire au chalumeau.

» L'appareil est alors démonté, et le ballon pesé; le reste de l'opération se fait comme dans la mesure d'une densité de vapeur, par le procédé de Dumas.

» J'ai étudié jusqu'ici l'eau et l'éther; voici quelques-uns des nombres trouvés :

Eau.

Température.	Poids du litre de vapeur.	u' volume spécifique.	E équivalent déduit.
68°,20	0gr,174	5l,747	424,6
88,60	0,395	2,531	423,3
98,10	0,561	1,782	424,1

Éther.

57,90	5,953	0,168	424,2

On voit que ces nombres présentent une concordance satisfaisante.

» L'expérience faite avec l'éther offre une garantie plus grande que les autres, parce que, le poids de vapeur étant considérable, les erreurs relatives sont beaucoup plus faibles. En résumé, le nombre résultant de ces

expériences pour l'équivalent mécanique de la chaleur est voisin de 424 [1]. »

PHYSIQUE. — *Hygromètre enregistreur*. Note de M. **Alb. Nodon**, présentée par M. Lippmann.

« *Principe*. — Le principe de cet hygromètre est analogue à celui du thermomètre métallique de Breguet. Il consiste en un ensemble déformable de deux substances inégalement hygrométriques, tel qu'une bande de papier ou de celluloïde recouverte de gélatine.

» Si l'on enroule ce bilame sous forme d'hélice, la gélatine étant placée extérieurement, on constate que, sous l'influence de l'humidité, cette hélice subit un mouvement d'enroulement provenant de l'allongement de la gélatine et un mouvement de déroulement sous l'influence inverse.

» *Description*. — Dans le modèle d'hygromètre enregistreur que j'ai étudié, les hélices déformables sont en papier, recouvert extérieurement de gélatine rendue préalablement inaltérable par l'addition d'acide salicylique. Ces hélices sont accouplées par paires et actionnent deux poulies légères, disposées suivant une même ligne verticale.

» Sur ces poulies s'enroule un fil auquel est attachée une plume, mobile entre deux guides et pouvant tracer un trait à l'encre sur une feuille de papier divisé. Cette feuille de papier se déroulant de $0^m,02$ à l'heure dans une direction normale au sens du mouvement de la plume, on obtient comme résultante de ces deux mouvements une courbe indicatrice des états hygrométriques de l'air.

» L'appareil est disposé pour pouvoir fonctionner pendant dix jours consécutifs.

» *Graduation*. — La graduation de cet hygromètre a été obtenue par comparaison avec un hygromètre à condensation, placé dans une même enceinte, dont on augmentait progressivement l'état hygrométrique à l'aide de solutions d'acide sulfurique et d'eau de plus en plus étendues.

» Un bain de sable modérément chauffé et disposé au-dessous de l'enceinte permettait, en outre, d'en faire varier la température.

» Les résultats étant obtenus, si l'on porte comme abscisses les degrés

---

[1] Ce travail a été fait au laboratoire de Physique de la Faculté des Sciences de Nancy.

fournis par l'hygromètre à condensation et comme ordonnées les degrés correspondants de l'hygromètre enregistreur, on constate que la ligne résultante est une droite, invariable pour les diverses températures comprises entre 10° et 35°C.

» *Résultats.* — Voici les résultats obtenus à la suite de nombreuses observations :

» 1° Les angles dont s'enroulent les spirales sont proportionnels aux états hygrométriques de l'air ambiant; en d'autres termes, sur l'échelle des courbes, les coordonnées sont proportionnelles à ces divers états hygrométriques.

» 2° La température entre les limites observées de 10° à 35°C. est sans influence sur les indications de l'hygromètre.

» 3° La constance de l'appareil est absolue.

» 4° L'hygromètre se met dans l'espace d'une minute en équilibre hygrométrique avec le milieu ambiant.

» 5° Sa sensibilité peut être rendue aussi grande qu'on le veut par l'accroissement proportionnel du nombre des spires de l'hélice (¹). »

ÉLECTRICITÉ. — *Loi de la conductibilité électrique des solutions salines de concentration moyenne.* Note de M. **E. Bouty**, présentée par M. Lippmann.

« Entre 0° et 20° la résistance d'une dissolution saline étendue est exactement représentée par la formule binôme

$$r_t = r_0 \frac{1}{1 + \alpha t}. \quad (1)$$

Le coefficient α, à partir d'une certaine dilution, souvent assez médiocre, ne diffère plus sensiblement de la valeur limite 0,0333, qui convient aux liqueurs les plus étendues.

» Je suppose cette condition réalisée pour un certain sel, le sulfate de zinc par exemple, et je mesure le rapport R_0 de sa résistance moléculaire à 0° à celle du chlorure de potassium de même concentration atomique, c'est-à-dire contenant le même nombre m d'équivalents de sel par litre de

(¹) L'étude de cet hygromètre a été entreprise au Laboratoire des recherches physiques de la Sorbonne.

la dissolution. Ce rapport, en général plus grand que 1, tend vers la limite 1 à mesure que m tend vers zéro. C'est la loi d'équivalents que j'ai énoncée il y a deux ans ([1]).

» Posons

$$R_0 = 1 + f(m), \tag{2}$$

et proposons-nous de déterminer la fonction $f(m)$. Les mesures relatives à un sel particulier, soit le sulfate de zinc, montrent que, si l'on fait varier m suivant les termes d'une progression géométrique, $f(m)$ varie suivant une autre progression géométrique. On a donc

$$f(m) = Am^c.$$

En essayant de déterminer A et c pour divers sels neutres normaux, on reconnaît bien vite que, tandis que A varie largement d'un sel à un autre, on peut considérer c comme très sensiblement constant et égal à $\frac{1}{3}$. Les Tableaux suivants, relatifs à des sels pour lesquels R_0 varie dans des limites très larges, montreront la concordance du calcul ainsi effectué et de l'observation; m désigne le nombre d'équivalents en grammes par litre de la dissolution.

Sulfate de zinc.

	R_0		
m.	observé.	calculé.	Différence.
0,5	3,335	3,348	+0,013
0,2	2,850	2,732	−0,118
0,1	2,420	2,375	−0,045
0,05	2,159	2,091	−0,068
0,02	1,815	1,805	−0,010
0,01	1,639	1,639	0,000
0,005	1,485	1,507	+0,022
0,002	1,283	1,374	+0,091
0,001	1,267	1,297	+0,030
0,00025	1,158	1,187	+0,029

Nitrate de plomb.

	R_0		
m.	observé.	calculé.	Différence.
0,5	1,886	1,886	0,000
0,25	1,755	1,703	−0,052

([1]) *Comptes rendus*, t. XCVIII, p. 140.

m.	R_0 observé.	R_0 calculé.	Différence.
0,125	1,559	1,558	−0,001
0,1	1,525	1,518	−0,007
0,05	1,424	1,411	−0,013
0,02	1,266	1,303	+0,037
0,01	1,141	1,240	+0,099
0,005	1,185	1,191	+0,006
0,002	1,096	1,141	+0,045
0,001	1,096	1,112	+0,016
0,00025	1,049	1,069	+0,020

» Il ressort clairement de ces Tableaux :

» 1° Que la limite du rapport R_0 ne peut différer de l'unité d'une quantité appréciable. Pour les sels étudiés, *la loi d'équivalents est donc une loi limite rigoureusement exacte;*

» 2° Que, pour les mêmes sels et des valeurs de $m < 0,5$, on a

$$R_0 = 1 + A m^{\frac{1}{3}}. \tag{3}$$

J'ai trouvé pour A les valeurs suivantes :

Sel.	A.
Sulfate de zinc	2,959
Nitrate de plomb	1,116
Sulfate de potasse	0,359
Nitrate de potasse	0,240

» On remarquera que la distance moyenne l de deux molécules salines est en raison inverse de la racine cubique du nombre des molécules, c'est-à-dire en raison inverse de $m^{\frac{1}{3}}$. On peut donc écrire la formule (3)

$$R_0 = 1 + \frac{A'}{l}. \tag{3 bis}$$

» *L'écart d'un même sel par rapport à la loi des équivalents varie en raison inverse de la distance moyenne de ses molécules.*

» Désignons par ρ_0 la résistance moléculaire du chlorure de potassium, par ρ'_0 celle d'un sel normal; on a, par définition,

$$\rho'_0 = R_0 \rho_0 = \rho_0 \left(1 + A m^{\frac{1}{3}}\right). \tag{4}$$

» J'ai donné précédemment [1] les valeurs absolues de ρ_0 pour les

[1] *Voir* p. 1097 de ce Volume.

diverses concentrations. On pourra donc calculer, aussi en valeur absolue, les résistances moléculaires de tous les sels pour lesquels A est connu.

» Pour des valeurs de $m < 0,1$, le coefficient α relatif au chlorure de potassium est à peu près constant, et l'on reconnaîtra que l'on a sensiblement

$$(5) \qquad \rho'_0 = 0,8\left(1 + 0,25 m^{\frac{1}{3}}\right),$$

en prenant pour unité la résistance moléculaire de la solution normale de chlorure de potassium. Pour ces grandes dilutions, on a donc

$$(6) \qquad \rho'_0 = 0,8\left(1 + 0,25 m^{\frac{1}{3}}\right)\left(1 + A m^{\frac{1}{3}}\right)$$

et, quand le coefficient A n'est pas trop grand, sensiblement,

$$\rho'_0 = 0,8\left[1 + (A + 0,25) m^{\frac{1}{3}}\right] = 0,8\left(1 + \frac{B}{l}\right).$$

» *L'excès de la résistance spécifique d'un sel sur sa valeur limite est à peu près en raison inverse de la distance moyenne des molécules* (¹). »

ÉLECTRICITÉ. — *Relation entre le coefficient de self-induction et l'action magnétique d'un électro-aimant.* Note de M. **Ledeboer**, présentée par M. Lippmann.

« Dans un système formé de bobines renfermant des noyaux de fer doux, il existe une relation simple entre le coefficient de self-induction et l'état magnétique.

» On sait, en effet, que, dans un tel système, le flux d'induction se conserve et qu'à l'extérieur des masses de fer le flux d'induction se confond avec le flux de force magnétique. Or le flux de force est le produit de l'intensité du champ magnétique par la surface, et, d'autre part, le flux d'induction est égal au produit du coefficient de self-induction par l'intensité

(¹) Cette dernière observation a été publiée pour la première fois par M. F. Kohlrausch (*Wied. Annalen*, t. XXVI, p. 161). Les expériences du professeur de Würzburg, suffisamment d'accord avec les miennes, pour les liqueurs de concentration moyenne, s'en écartent notablement pour les liqueurs les plus diluées. Je crois avoir suffisamment indiqué ailleurs la raison de ces divergences (Bouty et Foussereau, *Comptes rendus*, t. CI, p. 373).

du courant. Il s'ensuit que ce dernier produit est proportionnel à l'intensité du champ magnétique tant que les lignes de force ne changent pas de position. En général, la distribution des lignes de force varie légèrement dans un système de bobines renfermant du fer; nous avons donc cherché, par l'expérience, jusqu'à quel degré il y a proportionnalité entre le champ magnétique et le produit du coefficient de self-induction par l'intensité du courant dans les bobines.

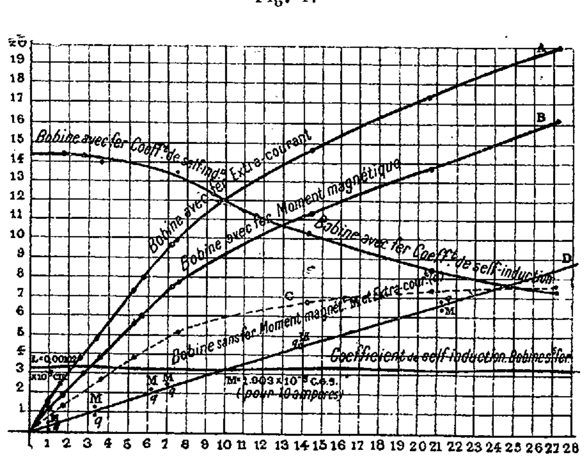
» A cet effet, nous avons déterminé simultanément le moment magnétique et le coefficient de self-induction d'une bobine renfermant un noyau de fer doux. Le moment magnétique a été déterminé par la méthode de Gauss, à l'aide d'un magnétomètre apériodique de Weber et le coefficient de self-induction par la méthode précédemment décrite ([1]), en employant la formule

$$L = \frac{T}{\pi}\,\frac{i}{\alpha}\,e\,\frac{\delta}{I}\left[R + l + g\left(1 + \frac{R}{R'}\right)\right].$$

L'impulsion δ du galvanomètre est proportionnelle au produit LI, c'est-à-dire à la quantité d'électricité q produite par l'extra-courant.

» La *fig.* 1 représente les courbes ainsi obtenues. On constate que, pour

Fig. 1.



la bobine sans fer, le moment magnétique ainsi que l'extra-courant sont représentés par une ligne droite, ce qui est d'accord avec la théorie; le

([1]) *Comptes rendus* du 15 mars 1886.

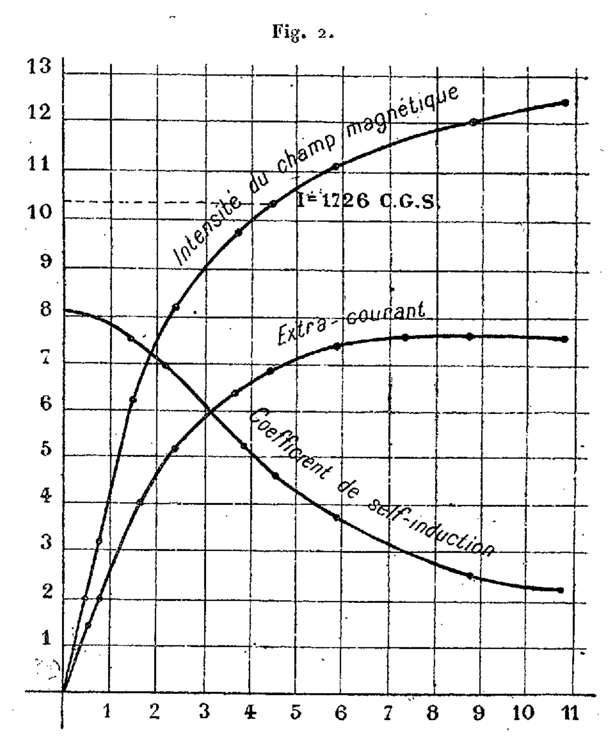
coefficient de self-induction, étant constant, est représenté par une droite parallèle à l'axe des x.

» Pour la bobine renfermant un noyau de fer, on constate encore que les deux courbes sont semblables et se superposent lorsqu'on réduit les ordonnées dans un rapport donné. Dans ce cas il y a donc proportionnalité entre les deux effets.

» Nous avons fait une autre série d'expériences avec un galvanomètre Deprez-d'Arsonval à électro-aimants; le système d'inducteurs est identique aux inducteurs d'une machine dynamo-électrique de Siemens, dont toutes les dimensions ont été réduites dans la même proportion.

» La *fig.* 2 indique les variations de l'intensité du champ magnétique et

Fig. 2.



celles de l'extra-courant. Cette dernière courbe montre bien comment le champ magnétique se sature. Toutefois la proportionnalité n'est pas tout à fait rigoureuse dans ce cas (¹). »

(¹) Ce travail a été exécuté au Laboratoire d'enseignement de la Faculté des Sciences.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Nouvelles Cartes magnétiques de la France.* Note de M. **Th. Moureaux**, présentée par M. Mascart (¹).

« Les observations qui nous ont servi à dresser de nouvelles Cartes magnétiques ont été effectuées, pour la plupart, en 1884 et 1885, sous la direction de M. Mascart; elles se rapportent à soixante-dix-huit stations disséminées dans les diverses régions de la France. On a fait usage de deux appareils, de dimensions réduites, construits spécialement pour le voyage par MM. Brunner, savoir un théodolite-boussole servant à mesurer la déclinaison et la composante horizontale; une boussole d'inclinaison. On s'est toujours installé en rase campagne, à distance des usines, des lignes de chemins de fer, etc.

» Le méridien géographique a été déterminé exclusivement par l'observation du Soleil dans le voisinage du premier vertical. L'azimut du méridien magnétique a été déduit de la moyenne des lectures du barreau, dans les diverses positions que comporte une observation complète. La composante horizontale a été conclue en combinant les oscillations, qui donnent le produit de la composante par le moment magnétique du barreau, avec les expériences de déviations, d'après la méthode de Gauss, qui donnent le rapport de ces deux quantités. L'inclinaison a été observée par la méthode directe, l'aiguille oscillant dans le méridien magnétique. Dans presque toutes les stations, on a répété, avec le second barreau de la boussole, les mesures relatives à la déclinaison et à la composante horizontale.

» Les résultats ont été ramenés au 1er janvier 1885 par comparaison avec les courbes de variations relevées au magnétographe de l'observatoire du Parc Saint-Maur. Les observations sont résumées dans le Tableau suivant :

Valeurs absolues des éléments magnétiques en France au 1er janvier 1885.
Résumé des observations.

Stations.	Déclinaison.	Composante horizontale.	Inclinaison.	Stations.	Déclinaison.	Composante horizontale.	Inclinaison.
	° ′		° ′		° ′		° ′
Agen	16. 7,6	0,21250	62. 0,7	Mâcon	14.39,4	0,20652	63. 6,2
Amiens	16.34,7	0,18889	66. 8,0	Mans (le)	17. 1,2	0,19582	65. 2,2

(¹) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant les limites réglementaires, serait insérée en entier.

Stations.	Composante horizontale.	Déclinaison.	Inclinaison.
	° ′		° ′
Arras...............	16.12,2	0,18843	66.18,7
Avesnes.............	15.33,2	0,18923	66. 4,5
Avignon............	14.23,2	0,21683	61. 8,4
Bagnères-de-Bigorre.	16. 7,5	0,21680	61. 9,6
Baisieux (Nord).....	16. 1,9	0,18760	66.26,6
Beauvais...........	16.31,5	0,19106	65.50,3
Belfort..............	13.59,8	0,20207	63.55,5
Berck-sur-Mer..	16.52,9	0,18654	66.35,0
Besançon (Obsre)....	14.16,4	0,20320	63.46,2
Blesmes (Marne)....	15. 0,7	0,19648	64.55,7
Bordeaux (Floirac)..	16.45,7	0,20902	62.41,8
Bruxelles (nouv. ob.).	15.36,4	0,18690	66.33,6
Caen................	17.31,0	0,19083	65.52,6
Capdenac...........	15.38,4	0,21153	62. 4,8
Carpentras..........	14.16,3	0,21639	61.15,0
Cemboing (Hte-Saône)	14.26,5	0,20035	64.13,7
Cette................	14.44,9	0,21841	60.50,2
Chartres............	16.20,5?	0,19559	65. 9,7
Chaumont...........	14.50,5	0,19863	64.28,1
Chelles (Seine-et-M.).	16. 5,3	0,19419	65.21,6
Cherbourg...........	18.12,4	0,18758	66.25,3
Clermont (observat.).	15.25,0	0,20691	62.52,1
Conquet (le)........	19.25,1	0,19113	65.57,5
Cosne...............	//	0,20021	64.17,5
Dijon...............	14.45,2	0,20193	63.53,4
Douarnenez.........	19.12,2	//	//
Dunkerque..........	16.33,4	0,18460	66.53,4
Grenoble...........	14.11,0	0,21205	62. 6,9
Havre (le)..........	17.17,9	0,18963	66. 5,9
Hendaye (Abbadia)..	16.53,3	0,21448	61.43,4
Lamballe............	//	0,19231	65.38,7
Landerneau.........	19. 6,7	//	//
Langeac (Haute-Loire)	19.59,0	0,21084	62.21,7
Laon................	15.48,7	0,19117	65.49,4
Lille................	16. 5,8	0,18740	66.29,6
Lisieux.............	17. 5,3	0,19125	65.49,3
Lyon (observatoire)..	14.37,8	0,20881	62.36,6

Stations.	Déclinaison.	Composante horizontale.	Inclinaison.
	° ′		° ′
Marseille (observat.).	14. 0,0	0,22027	60.25,9
Mézières............	15.10,2	0,19134	65.43,9
Monaco.............	13.10,5	0,21857	60.41,2
Montbrison..........	14.57,2	0,20876	62.36,0
Montfort-s-Meu......	17.57,1	//	//
Montmélian (Savoie).	//	0,21052	62.20,8
Moulins.............	15.25,6	0,20412	63.30,1
Murat...............	14.50,1	0,21834	60.55,0
Nancy...............	14.26,2	0,19619	64.56,8
Nantes (observatoire)	17.37,2	0,19797	64.42,4
Nice (observatoire)...	13.17,8	0,21961	60.35,5
Palais (Belle-Ile)....	18.26,0	0,19554	65. 4,8
Parc St-Maur (obs.)..	16.10,2	0,19430	65.17,3
Périgueux (Niversac)	16. 8,6	0,20847	62.44,9
Perpignan (observ.)..	14.53,4	0,22124	60.25,0
Pic du Midi (observ.)	16. 8,9	0,21632	61. 0,0
Poitiers..............	16.40,8	0,20177	63.55,6
Puy-de-Dôme (obs.).	16. 7,1	0,21388	63.53,0
Quimper............	18.57,5	//	//
Rennes.............	17.47,0	0,19426	65.19,3
Rochelle (la)........	17.15,9	0,20260	63.50,6
Rouen..............	16.58,0	0,19047	66. 1,3
Saint-Brieuc.........	18.26,1	//	//
Saint-Lô...........	//	//	65.56,0
Ste-Colombe (Vaucl.)	14.16,6	0,21666	61.13,4
Savenay............	17.54,9	//	//
Segré...............	17.22,4	0,19670	64.55,7
Stains (Seine).......	16. 9,0	0,19414	65.26,5
Tarbes..............	16. 7,3	0,21581	61.15,2
Tonnerre............	15.13,4	0,19960	64.24,3
Toulouse (observat.).	15.41,4	0,21551	61.23,9
Tours (Montlouis)...	16.43,2	0,19863	64.33,7
Vannes.............	18.11,6	//	//
Ventoux (observ.)...	14.15,2	0,21585	61.16,1
Villefort (Lozère)...	14.41,1	0,21351	61.44,3
Villefranche-s.-Mer...	13.16,8	0,21955	60.33,9
Vitré...............	17.41,7	//	//

» *Déclinaison.* — La déclinaison est minimum à Belfort (13°59′,8) et maximum au Conquet (19°25′,1). Dans le nord de la France, elle varie d'environ 30′ par degré de longitude; cette variation est moindre dans le Midi. La différence de déclinaison entre deux points de distance donnée sur le même parallèle augmente avec la latitude, et les lignes isogones sont plus resserrées dans le Nord que dans le Midi. La Carte des lignes d'égale déclinaison présente une particularité remarquable: en Bretagne, les courbes n'ont pas la même allure que sur le reste du réseau, et cette anomalie est confirmée par un grand nombre d'observations. En comparant la Carte actuelle avec celle que Lamont a construite pour le mois de mars 1854, on

trouve que, dans cet intervalle, la déclinaison a diminué de 3°58′ dans le Nord, et de 3°19′ seulement dans le Midi. La variation moyenne annuelle de la déclinaison pendant cette période est de — 6′,5 à Nice, — 7′,4 à Paris, — 7′,7 à Lille; elle semble augmenter d'une manière assez régulière du sud-sud-est au nord-nord-ouest, ou plus exactement dans la direction approchée du nord magnétique; par suite, les courbes d'égale déclinaison ne se déplacent pas parallèlement à elles-mêmes, mais se rapprochent peu à peu des méridiens géographiques.

» *Composante horizontale.* — Le minimum (0,18460) a été observé à Dunkerque, le maximum (0,22124) à Perpignan. Les courbes d'égale composante horizontale sont à peu près perpendiculaires aux méridiens magnétiques; la décroissance de cet élément est plus rapide au midi qu'au nord, et l'intervalle entre deux lignes consécutives augmente assez régulièrement avec la latitude. Ici encore l'allure des courbes n'est pas uniforme; sur la Manche, leur courbure est beaucoup moins prononcée que dans l'intérieur de la France; cette particularité semble justifiée par toutes les observations de la région, qui sont nombreuses. La comparaison de la Carte actuelle avec la Carte de Lamont, construite pour le mois de juin 1848, montre que, dans les trente-six dernières années, la composante horizontale a augmenté de 0,04 à 0,05 de sa valeur moyenne actuelle en France; la variation annuelle est maximum à l'ouest (+ 0,00027 à Brest, Bordeaux) et diminue faiblement dans la direction de l'est : + 0,00025 à Paris, + 0,00023 à Nice, Mézières. Depuis cette époque, les lignes d'égale composante horizontale se sont inclinées vers l'est, en se rapprochant des parallèles géographiques.

» *Inclinaison.* — Les lignes isoclines ont sensiblement la même orientation que les lignes d'égale composante horizontale, c'est-à-dire qu'elles sont à peu près perpendiculaires aux méridiens magnétiques, et l'intervalle entre deux courbes consécutives diminue avec la latitude. La particularité signalée pour les courbes de la composante horizontale sur la Manche se voit également sur la Carte des lignes d'égale inclinaison. Il résulte de la comparaison de la Carte actuelle avec celle de Lamont, établie pour le mois d'août 1848, que, depuis cette époque, l'inclinaison a diminué de 1°35′ dans le nord de la France et de 2° dans le Midi.

» La variation annuelle est minimum dans le nord-est (— 2′,6 à Belfort, Mézières); elle augmente peu à peu vers le sud et atteint son maximum le long des Pyrénées et vers le golfe de Gênes (— 3′,4 à Marseille, Tarbes, Hendaye).

» Les lignes isoclines ne se sont pas non plus déplacées parallèlement à elles-mêmes avec le temps, mais leur direction s'est rapprochée de celle des parallèles géographiques.

» *Méridiens magnétiques.* — Enfin une construction graphique, répétée dans les deux sens, en partant du nord ou du sud, nous a permis de tracer la Carte des méridiens magnétiques.

» Bien que le nombre des points d'observation soit relativement considérable, ces Cartes ne sont qu'une première approximation, et ne peuvent indiquer que dans ses grands traits la distribution des éléments magnétiques à la surface de la France. Les nombres fournis par l'observation directe résultent, en effet, de l'action générale de la terre, et de l'action locale due à la nature spéciale du sol au voisinage de la station. Dans les terrains primitifs ou d'origine volcanique, l'action locale fait subir aux éléments des modifications plus ou moins profondes. C'est ainsi qu'on n'a pas cru pouvoir utiliser, pour le tracé des Cartes, les observations de Murat et du Puy-de-Dôme. La valeur des éléments magnétiques dans la région volcanique centrale ne saurait donc être conclue des lignes qui la traversent. Pour obtenir une représentation exacte des phénomènes, il serait nécessaire d'étudier chaque région en particulier, en multipliant, plus qu'il ne nous a été possible de le faire, le nombre des points d'observation. Il ne semble pas douteux que, dans ces conditions, on ne constate d'autres anomalies. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Isobares, vents et isonèphes d'été sur l'Atlantique.* Note de M. L. **Teisserenc de Bort**, présentée par M. Mascart.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie quelques remarques sur les relations des divers éléments météorologiques entre eux, auxquelles j'ai été conduit par la construction de Cartes de la pression, de la nébulosité et des vents d'été sur l'Atlantique.

» Ces Cartes sont basées :

» 1° Sur un dépouillement d'observations recueillies par les navires hollandais et anglais et qui renferme, pour chaque élément, 40 900 observations;

» 2° Sur un dépouillement se rapportant à la région équatoriale, publié par le *Meteorological Office*.

» Enfin, pour les vents, nous avons calculé, par la formule de Lambert, la résultante de la direction des vents d'été, d'après le dépouillement du commandant Brault.

» On peut donc considérer ces Cartes comme représentant avec une grande approximation la répartition moyenne des pressions, des vents et de la nébulosité en été sur l'Atlantique.

» Pendant l'été, un maximum barométrique occupe la région centrale de l'Océan et la pression décroît tout autour, plus particulièrement vers les latitudes élevées, et vers l'équateur jusqu'à la zone de faible pression qui sert de point de convergence aux alizés des deux hémisphères et qui se tient alors vers 10° de latitude nord.

» Dans la même saison, les vents dominants forment une sorte de tourbillon, signalé déjà par Brault sous le nom de *tourbillon des Açores*.

» La superposition des Cartes des vents et des isobares montre d'une manière frappante que le maximum de pression des Açores coïncide avec un mouvement divergent de l'air qui s'échappe de toute part, suivant une ligne courbe. C'est, du reste, un fait général qui se vérifie également sur les Cartes journalières pour tous les autres maxima de pression.

» Il semble en résulter comme une conséquence nécessaire que les maxima barométriques sont le siège de mouvements de descente de l'air, car l'air qui en sort au niveau du sol ne peut venir que des hautes régions.

» La Carte des lignes d'égale nébulosité ou isonèphes fait voir que le ciel est très clair vers le centre des hautes pressions et plus couvert tout autour. La plus grande quantité de nuages se trouve dans la zone équatoriale et au nord du 45e degré de latitude, c'est-à-dire dans les régions occupées au niveau du sol par des minima barométriques et qui servent de points de convergence aux vents.

» La région située au-dessous du 30e degré de latitude nord, présentant une grande régularité sous le rapport de la distribution des pressions et de la marche des alizés, se prête à la vérification de la formule proposée par M. Ferrel pour établir une relation entre les différences de pression, la direction et la force des vents. En prenant en considération la rotation de la Terre et le frottement, M. Ferrel est arrivé à l'expression suivante

$$g = \frac{1076,4\left(2\omega\sin\lambda + \frac{v\sin i}{r}\right)vP}{\sin i(1+0,004T)760},$$

dans laquelle g exprime le gradient rapporté au degré, c'est-à-dire la variation de pression en millimètres pour l'arc de $1°$ à l'équateur; ω la vitesse angulaire de la Terre; λ la latitude; v la vitesse du vent en mètres par seconde; i l'angle formé par la direction du vent et celle du gradient; r le rayon de courbure des isobares; 0,004 le coefficient de dilatation de l'air; T la température et P la pression au point considéré; 760^{mm} la pression normale.

» Cette formule, appliquée à la région de l'alizé, donne, d'après quarante-sept exemples, pour le gradient observé $0^{mm},238$, et $0^{mm},174$ pour le gradient calculé.

» Le gradient déduit de la formule est donc les 73 centièmes du gradient réel; c'est le nombre auquel M. Loomis a été conduit en opérant à une latitude différente vers le 50e degré nord et sur des Cartes synoptiques, au lieu de prendre pour point de départ des phénomènes moyens.

» Ce même écart, obtenu par des méthodes différentes, tend à prouver que M. Ferrel n'a pas donné au frottement une assez grande importance. Ainsi, la différence de pression nécessaire pour imprimer à l'alizé sa vitesse moyenue est plus grande que la formule ne l'indiquerait. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Tremblement de terre au Brésil.* Note de M. CRULS, présentée par M. Daubrée.

« Le 9 mai, entre 3^h et 3^h30^m de l'après-midi, en un grand nombre de localités de la province de Rio de Janeiro et sur une faible étendue des provinces de Minas Geraès et de Saint-Paul, il s'est produit un tremblement de terre dont les conséquences se sont heureusement bornées à provoquer l'émotion chez les personnes qui ont ressenti les vibrations du sol et dont les dégâts matériels ont été nuls, à part quelques murs lézardés.

» La zone où s'est manifesté le phénomène présente la forme d'une ellipse dont le grand axe, orienté dans la direction N. 60° E., a 250^{km}, et le petit axe 110^{km} de longueur. Cette zone est donc plus grande que celle où s'est fait sentir le dernier tremblement de terre de l'Andalousie, qui présentait également une forme elliptique de 200^{km} de longueur sur 100^{km} de largeur.

» L'impression ressentie dans le plus grand nombre des localités a été celle du roulement d'un train de chemin de fer, ou encore celle du grondement du tonnerre, accompagné de légères oscillations du terrain, dont

la durée semble avoir varié de quelques secondes à une minute, en même temps que certains objets s'entrechoquaient. Les secousses se sont fait également sentir à Pétropolis, résidence d'été de l'Empereur, où Sa Majesté se trouvait au moment du phénomène, qui l'a, paraît-il, fortement intéressé.

» L'incertitude qui règne au sujet des heures auxquelles le phénomène aurait été noté dans les diverses localités éprouvées par le tremblement de terre ne permet guère de rien conclure de positif au sujet du sens dans lequel l'onde sismique se serait déplacée et sur la vitesse de propagation de celle-ci, laquelle, comme l'on sait, varie entre des limites fort écartées. En effet, lors du tremblement de terre du Pérou, en 1868, cette vitesse était à peine de $131^{m},50$ par seconde, tandis que l'onde sismique produite par le tremblement de terre d'Andalousie, le 25 décembre 1884, s'est transportée de Grenade à Greenwich à raison de 3929^{m} par seconde.

» A l'observatoire impérial, où je me trouvais au moment du phénomène, rien n'a été ressenti; la marche des chronomètres et des pendules s'est maintenue régulière, et une vérification que j'ai faite de la position de la lunette méridienne, contrôlée sur la mire, n'a montré aucune anomalie.

» Sans vouloir conclure à quelque relation entre les deux phénomènes, il n'est peut-être pas hors de propos de signaler ici une baisse thermométrique considérable qui vient de se produire pendant la nuit du 12 au 13 mai, dans toute cette région. Je citerai notamment la station de Christiano Ottoni, située à 350^{km} environ (mesurés en ligne droite), au nord-nord-ouest de Rio de Janeiro, vers le parallèle de 20° sud, et à 989^{m} d'altitude, où le minimum a atteint 5° C. au-dessous de zéro.

» Quoique, d'après les travaux de Hartt et Orville Derby, on ait rencontré dans la région du littoral maritime voisine de Rio de Janeiro, notamment dans la Serra do Mar, des vestiges d'anciens volcans et des indices de récentes formations éruptives, je suis porté à croire que le tremblement de terre du 9 mai n'est pas volcanique, et qu'il n'est que la conséquence de quelque mouvement de rétraction, ou de nature semblable, dont l'écorce terrestre n'est que trop souvent le siège. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Réponse à quelques objections faites aux observations microséismiques*. Note de M. T. BERTELLI, présentée par M. Daubrée. (Extrait.)

« Dans un Mémoire imprimé en langue italienne qu'il présente à l'Académie, M. Timothée Bertelli résume et, pour quelques points controversés, développe les études expérimentales faites jusqu'à présent pour démontrer l'origine endogène des mouvements microséismiques.

» Dans ce but, il signale l'absence de coïncidence et de proportionnalité, même approximative, avec les différentes causes de vibration exogène, et, au contraire, leur connexion, par rapport à l'origine, au temps et à la forme dynamique, avec les mouvements séismiques.

» L'auteur insiste sur ce fait que les mouvements vibratoires accidentels, excepté ceux qui sont dus aux flots de la mer, n'ont aucune action sensible sur la pointe d'un pendule, tel que le pendule d'un tromomètre, observée avec un microscope d'un faible grossissement, à la condition toutefois que l'instrument soit bien établi, sur un support massif et à une distance convenable de bâtiments.

» Dans ce cas, les oscillations ordinaires du bâtiment et du sol environnant se réduisent à une vibration minime, à peine appréciable sur la surface de la cuvette de mercure. Un pendule de ce genre sert donc à exclure de l'observation les mouvements vibratoires exogènes ordinaires et par suite aussi ceux des mouvements endogènes, qui auraient le même caractère de vibrations rythmiques. En se privant ainsi d'une série de phénomènes de vibration d'une origine au moins douteuse, on obtient le grand avantage de diriger avec plus de sûreté l'étude d'autres mouvements également endogènes, mais d'un rythme plus large, qui des profondeurs du sol se communiquent à toutes les parties du corps pendulaire. Cette propriété constitue le caractère spécial de l'instrument auquel l'auteur a donné le nom de *tromomètre*.

» Dans seize années d'observations qu'il a faites à Florence, M. Bertelli trouve, comme M. d'Abbadie l'avait observé dans les Pyrénées et M. Bouquet de la Grye à l'île Campbell, bien rares les jours où le pendule reste immobile.

» Des observations faites en Italie, qui dépassent déjà le nombre de 250 000, l'auteur tire différentes déductions, dont les principales res-

sortent des Tables graphiques placées à la fin du Mémoire. La Table I, représente, par décades, les courbes des valeurs des moyennes diurnes du mouvement tromométrique, notées dans plusieurs observatoires d'Italie, de 1877 à 1883 inclus. Dans la colonne verticale, à droite de la même Table, se trouve indiquée la courbe représentant la moyenne des mesures tromométriques, placée en regard, par décades, de la moyenne barométrique à 0° et au niveau de la mer, exprimée elle-même par une courbe, et relevée dans quatre des principaux observatoires d'Italie. Dans la valeur relative du mouvement observé à ces différents observatoires, on voit généralement un grand accord.

» Un autre accord remarquable est celui qu'on peut relever, dans les courbes des observatoires, entre l'abaissement barométrique et l'augmentation corrélative de l'agitation moyenne tromométrique. Dans ce résultat l'auteur croit trouver une confirmation de l'hypothèse, admise communément de nos jours, que la force expansive des aériformes emprisonnés dans certaines cavités du sous-sol terrestre est l'un des principaux facteurs ordinaires du vulcanisme de la Terre. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le pentasulfure de phosphore.* Note de M. F. ISAMBERT, présentée par M. Troost.

« Une dissolution de soufre et de phosphore dans le sulfure de carbone, exposée aux rayons solaires et aux variations de la température ambiante, se trouble au bout d'un certain temps. Au lieu de donner un dépôt de phosphore rouge, comme le ferait une dissolution renfermant uniquement du phosphore, elle laisse déposer une poudre d'un blanc jaunâtre qui finit, au bout d'une année, par cristalliser partiellement en une masse confuse.

» Ce produit lavé au sulfure de carbone, dans lequel il est très peu soluble, brûle à l'air, quand on l'enflamme, en dégageant de l'acide sulfureux et de l'acide phosphorique; l'air humide l'altère à la longue, en l'oxydant partiellement. Sous l'influence de la chaleur, il fond en un liquide peu coloré, qui prend rapidement une teinte très foncée quand la température s'élève; chauffé plus fortement, il distille, mais très péniblement, son point d'ébullition étant très élevé.

» L'analyse des cristaux, comme celle de la matière distillée, peut se faire en oxydant la substance par l'eau régale; la réaction marche régulièrement, sans que les parties qui viennent à la surface prennent feu, et

le dosage des acides sulfurique et phosphorique obtenus conduit à la formule PhS^5.

» Il est utile de remarquer que ce sulfure est obtenu malgré la présence d'un excès de phosphore, qui reste en dissolution dans le sulfure de carbone. Ainsi, dans ces conditions, sous l'influence de la lumière solaire, le soufre et le phosphore s'unissent lentement pour former le pentasulfure de phosphore. La fusion et la distillation se produisent sans qu'on observe de dégagement de chaleur résultant de la combinaison du soufre et du phosphore; les cristaux sont donc bien réellement formés par une véritable combinaison des deux métalloïdes et non par un mélange, comme les anciens sous-sulfures qui font explosion par l'action de la chaleur.

» J'ai voulu vérifier la composition de ce corps par la détermination de ses propriétés physiques. J'ai trouvé pour sa température d'ébullition 520°. Or le pentasulfure de phosphore préparé directement par le procédé de Kékulé bout à 518° d'après M. H. Golschmidt (¹). J'ai ensuite déterminé sa densité de vapeur par la méthode de M. V. Meyer. Je me suis servi pour cette détermination de matras en verre de 250^{cc} environ que je chauffais au milieu du sable, dans un creuset de fer, jusqu'au point de ramollissement du verre, le matras ayant été préalablement rempli d'azote. J'ai trouvé pour densité de vapeur à cette température 8,0. Or MM. V. et C. Meyer ont trouvé 7,63 et 7,67 pour la densité de vapeur du pentasulfure préparé directement (²). Ils ont montré que le composé PhS^5 représentant 2^{vol} de vapeur donne théoriquement 7,67; et que, par suite, la formule qui correspond à 4^{vol} de vapeur est Ph^2S^{10}.

» J'ai complété ces recherches en faisant la même détermination pour le trisulfure PhS^3 préparé directement. La préparation de ce sulfure se fait très facilement en chauffant, dans une atmosphère d'acide carbonique, à la flamme du bec Bunsen, des poids convenables de soufre et de phosphore rouge compact obtenu à très haute température. La combinaison se produit lentement, sans trace d'explosion, et le produit distillé cristallise par un refroidissement lent.

» Le trisulfure forme des aiguilles déliées qui rappellent les cristaux que donne le soufre fondu. Il bout vers 490°.

» Sa densité de vapeur a été trouvée variable, 10,2 à température élevée, supérieure à 12 à température plus basse; or la formule Ph^2S^6, correspon-

---

(¹) *Berichte der deutsch. Chem. Gesellsch.*, 1882, p. 303.

(²) *Ibid.*, 1879, p. 610.

dant à 2^{vol}, donnerait 10,9 comme densité théorique; les résultats obtenus conduisent donc à $Ph^4 S^{12}$ pour la formule qui répond à 4^{vol} de vapeur.

» Le sesquisulfure ayant pour formule $Ph^4 S^6$ dans les mêmes conditions, la combinaison $Ph^4 S^6 + S^6$ se fait avec une condensation qui représente tout le volume occupé par S^6; et il suffit d'un commencement de dissociation en soufre et sesquisulfure pour que la densité devienne sensiblement inférieure à la densité théorique.

» L'analogie des combinaisons formées par le soufre ou l'oxygène conduirait pour les acides phosphorique et phosphoreux anhydres aux formules $Ph^2 O^{10}$ et $Ph^4 O^{12}$. »

CHIMIE. — *Du principe d'équivalence dans les phénomènes d'équilibres chimiques*. Note de M. **H. Le Chatelier**, présentée par M. Daubrée.

« La loi expérimentale qui sert de base à la Mécanique rationnelle :

» *Deux forces égales à une troisième sont égales entre elles, et réciproquement,*

est encore exacte dans le cas des équilibres chimiques. Mais il est préférable, en vue de cette application, de modifier l'énoncé en y supprimant la notion de force, source d'équivoques continuelles, quand il s'agit de phénomènes qui ne peuvent être produits par l'action directe de notre effort musculaire. Cet énoncé devient alors le suivant :

» *Dans tout phénomène d'équilibre, deux systèmes matériels équivalents vis-à-vis d'un troisième, c'est-à-dire pouvant isolément lui faire équilibre, resteront encore équivalents vis-à-vis de tout autre système auquel ils seront opposés, et ils pourront se faire mutuellement équilibre s'ils sont opposables l'un à l'autre.*

» Les vérifications expérimentales de cette loi appliquée aux équilibres chimiques sont aujourd'hui assez nombreuses pour qu'on puisse en admettre la généralité. Je résumerai rapidement les faits connus :

» *Vaporisation.* — La tension de vapeur de l'eau et des dissolutions salines est la même à leur point de congélation que celle de la glace.

» *Dissociation.* — La tension de dissociation de l'hydrate de chlore est

la même en présence de la glace, ou de la dissolution du chlore au point de congélation de cette dernière.

» *Solubilité.* — Le coefficient de solubilité est le même pour deux hydrates à leur point de transformation (sulfate de soude), pour un même corps solide et liquide à son point de fusion (acide stéarique).

» *Décomposition des sels par l'eau.* — Les deux oxychlorures d'antimoine d'après mes recherches sont en équilibre à leur point de transformation avec une même dissolution acide de chlorure d'antimoine.

» *Double décomposition des sels.* — Lorsqu'un des sels en présence arrive à saturation et se précipite, la formation de ce précipité ne modifie pas les conditions de l'équilibre; il est équivalent à sa dissolution saturée. Ce qui permet de faire indifféremment la théorie des lois de Berthollet en considérant seulement l'action des sels solubles sur la dissolution saturée des sels peu solubles, ou seulement l'action des sels solubles sur les sels précipités.

» *Action de présence.* — Les conditions d'équilibre ne sont pas altérées par les actions de présence (rôle des acides minéraux dans l'éthérification) qui ne font que faciliter les réactions et les rendre plus rapides. Si parfois il semble en être autrement (préparation de l'acide sulfurique par le bioxyde d'azote, la mousse de platine) et si l'état limite d'équilibre paraît être modifié, c'est que, grâce à ces actions de présence, il est possible d'abaisser la température de réaction et d'obtenir ainsi une limite différente correspondant à cette température plus basse.

» Cette loi, admise implicitement par un grand nombre de chimistes, sans pourtant avoir été jamais énoncée, que je sache, présente une importance considérable au point de vue de la détermination des lois numériques des équilibres chimiques. Elle permet de réduire le nombre des résultats à demander à l'expérience par la faculté qu'elle donne de remplacer dans un système en équilibre un corps donné par sa vapeur saturée, sa dissolution saturée, les produits de sa dissociation, etc.; elle permet entre autres de calculer *a priori* tous les équilibres de substitution ou de double décomposition d'un système de corps quand on connaît la loi de dissociation de chacun d'eux pris isolément.

» Je donnerai ici comme exemple l'action de la vapeur d'eau sur le carbonate de chaux

$$\mathrm{CaO, CO^2 + HO = CaO, HO + CO^2}.$$

» Cette réaction, accomplie sans changement de volume, comme celle

de la vapeur d'eau sur le fer, par exemple, doit présenter une limite indépendante de la pression, c'est-à-dire que l'on a à une température donnée, en appelant p la tension de l'acide carbonique et p' celle de la vapeur d'eau,

$$\frac{p}{p'} = \text{constante}.$$

» Abaissons par la pensée la pression du mélange gazeux jusqu'au moment où la tension de l'acide carbonique devient égale à la tension de dissociation P du carbonate de chaux, la loi d'équivalence précédemment énoncée exige qu'à ce moment la tension de la vapeur d'eau dans le mélange soit précisément égale à la tension de dissociation P' de l'hydrate de chaux, ce qui donne

$$(1) \qquad \frac{p}{p'} = \frac{P}{P'}.$$

» On sait d'ailleurs que ces tensions suivent la loi approchée

$$(2) \qquad \log P = -\frac{K}{T} + C = -\frac{Q}{0,542}\,\frac{273}{T} + C,$$

dans laquelle Q représente la chaleur moléculaire de décomposition.

» On déduit de ces deux équations par la loi d'équilibre de l'eau et de l'acide carbonique en présence de la chaux

$$\log\frac{p}{p'} = -\frac{K-K'}{T} + C - C' = -\frac{Q-Q'}{0,542}\,\frac{273}{T} + C - C'.$$

» Cette formule conduit à une conséquence curieuse, qui s'est trouvée pleinement confirmée par l'expérience. Les constantes K et C de l'équation (2) peuvent se calculer aisément par le carbonate de chaux au moyen des tensions de dissociation que j'ai données précédemment. J'ai pu faire le même calcul pour l'hydrate de chaux en me servant d'expériences non encore publiées. On trouve ainsi qu'à 100° la tension de dissociation du carbonate de chaux devrait être de un dix-milliardième d'atmosphère, et pour l'hydrate de chaux d'un millionième. Il en résulte qu'à 100° les conditions d'équilibre dans l'action de l'eau sur le carbonate de chaux sont données par la formule

$$\frac{p}{p'} = \frac{10^6}{10^{10}} = \frac{1}{10000}.$$

» Les tensions de dissociation sont des infiniment petits qui échappent

évidemment à tous nos moyens d'observation, mais il n'en est plus de même pour leur rapport. Si l'on fait p' la tension de la vapeur d'eau égale à 1 atmosphère, celle de l'acide carbonique devient égale à $\frac{1}{10000}$ d'atmosphère, c'est-à-dire peu inférieure à sa tension normale dans l'air.

» J'ai reconnu qu'en faisant bouillir dans un appareil à réfrigérant ascendant exactement scellé de l'eau tenant en suspension du carbonate de chaux et de l'hydrate de chaux, il se dégage, en présence de l'*eau saturée de chaux*, de l'acide carbonique que l'on peut recueillir dans la partie froide de l'appareil au moyen d'un peu d'eau de chaux.

» Si, au lieu d'opérer en présence d'un excès de chaux, on emploie seulement de l'eau de chaux diluée, la tension de l'acide carbonique p' doit croître proportionnellement à la dilution de la liqueur. En faisant bouillir du carbonate de chaux dans l'eau pure, le dégagement d'acide carbonique est déjà très net au bout de quelques minutes d'ébullition. »

CHIMIE. — *Sur l'orthophosphate et l'arséniate monosodiques.* Note de MM. **A. Joly** et **H. Dufet**, présentée par M. Debray.

« On n'a décrit jusqu'ici, croyons-nous, qu'un seul état d'hydratation de l'orthophosphate monosodique : $NaO, 2HO, PhO^5 + 2HO$. D'après Mitscherlich, les cristaux de cet hydrate sont dimorphes et l'une des formes est isomorphe de l'arséniate correspondant. On n'obtient d'ailleurs que très difficilement des cristaux déterminables de ces deux sels.

» Le phosphate et l'arséniate monosodiques peuvent être obtenus cependant à un autre état d'hydratation, en cristaux volumineux et d'une netteté de forme remarquable.

» Une dissolution de phosphate monosodique, concentrée par la chaleur jusqu'à ce que sa densité devienne un peu supérieure à 1,5, laisse déposer par refroidissement des cristaux octaédriques renfermant deux fois plus d'eau de cristallisation que l'hydrate de Mitscherlich. Des cristaux bien purs, débarrassés de leur eau mère par exposition à l'air libre sur une plaque poreuse, ont perdu :

	Pour 100 d'eau.
De 100° à 110°	23,08
Au rouge sombre	11,49

» La formule $NaO, 2HO, PhO^5 + 4HO$ exige que le sel perde 23,07

pour 100 d'eau de cristallisation et 11,53 pour 100 d'eau de constitution.

» Le phosphate monosodique est très soluble dans l'eau, et sa solubilité croît rapidement avec la température; 100 parties d'eau dissolvent en effet :

	Parties de sel anhydre.	
A 0°	59,9	(D = 1,32)
A 18°	84,6	(D = 1,45)

» Aussi la cristallisation a-t-elle lieu plus facilement à basse température, sans qu'elle cesse cependant de se produire à + 20°. Lorsque la température ambiante est inférieure à + 10°, les cristaux de l'hydrate à 4éq d'eau se déposent spontanément; lorsque la température du liquide est voisine de + 20°, le liquide peut rester sursaturé, mais il suffit généralement d'agiter le liquide ou de le concentrer jusqu'à ce qu'un léger dépôt cristallin se forme sur les parois du vase, de laisser refroidir et d'agiter de nouveau, pour voir le liquide se prendre en une masse de petits cristaux octaédriques.

» Nous avons observé souvent la cristallisation spontanée de cet hydrate dans des eaux mères qui avaient laissé déposer des cristaux de pyrophosphate monosodique; les cristaux ainsi obtenus diffèrent, par leur développement, de ceux qu'on obtient généralement.

» Les cristaux de phosphate monosodique à 4éq d'eau sont inaltérables à l'air libre et constituent l'hydrate stable dans les conditions de température et d'humidité les plus habituelles de l'atmosphère. Le sel à 2éq d'eau perd tout au contraire sa transparence à l'air libre, ou lorsqu'on le conserve en vases clos sans avoir pris soin de le dessécher soigneusement, et se transforme superficiellement en hydrate à 4éq d'eau. Aussi suffit-t-il de frotter une baguette de verre contre des cristaux de l'hydrate inférieur qui ont perdu leur transparence pour faire cesser par son contact la sursaturation de l'orthophosphate monosodique. Il suffit encore, pour obtenir l'hydrate à 4éq d'eau, de pulvériser l'hydrate inférieur et de l'humecter d'eau pour le voir peu à peu se transformer en une masse pulvérulente parfaitement sèche de l'hydrate supérieur.

» Les cristaux de ce nouvel hydrate commencent à fondre vers 60°; si on les chauffe en vase clos à 100°, ils se dédoublent en eau et cristaux à 2éq d'eau qui se développent peu à peu dans le liquide.

» L'arséniate s'obtient au même état d'hydratation que le phosphate

lorsqu'on amène sa dissolution à un état de concentration tel que sa densité soit supérieure à 1,7. Cette dissolution se sursature plus facilement encore que celle du phosphate, et il suffit de toucher le liquide avec un cristal de celui-ci pour déterminer la cristallisation. L'arséniate $NaO, 2HO, AsO^5 + 4HO$ (perte observée au rouge sombre : 27,09; perte calculée pour $6HO$: 27,00) cristallise en octaèdres volumineux tout à fait identiques en apparence aux cristaux du phosphate, mais qui s'en distinguent immédiatement, car ils s'effleurissent à l'air libre.

» Le phosphate et l'arséniate monosodiques à $4^{éq}$ d'eau sont isomorphes.

» Les cristaux du phosphate, sous leur forme la plus ordinaire, sont des octaèdres rectangulaires basés [a^1, e^1, p], avec les faces m, $b^{\frac{1}{2}}$, b^1, e_3 [2 1 1] plus réduites. Tous les cristaux présentent l'hémiédrie holoaxe; la face b^1 est toujours unique ainsi que e_3. Tous les cristaux observés sont gauches (face b^1 conservée à gauche de a^1 supérieur).

» Les cristaux d'orthophosphate qui se déposent dans une dissolution de pyrophosphate monosodique sont remarquables par leur apparence clinorhombique. Ils sont très allongés parallèlement à la zone pa^1 et implantés par une des extrémités du prisme ainsi formé. L'extrémité libre est formée par deux faces $b^{\frac{1}{2}}$ et deux faces b^1, dominantes, avec m et e^1 très réduites. Ces cristaux sont gauches.

» Les cristaux d'arséniate présentent exactement la même forme octaédrique et les mêmes faces que le premier type du phosphate. L'hémiédrie est la même. Tout au plus peut-on signaler un développement un peu plus grand des faces b^1.

» Voici les constantes de ces deux sels :

Phosphate.		*Arséniate.*	
Prisme orthorhombique de 95°6′,		Prisme orthorhombique de 94°55′,	
$b:h$ :: 1000 : 1157,874,		$b:h$ :: 1000 : 1181,778,	
D = 738,121,	d = 675,252,	D = 736,786,	d = 676,126,
Densité : 1,915.	Vol. moléc. : 81,5.	Densité : 2,320.	Vol. moléc. : 86,2.

» *Propriétés optiques.* — Dans l'orthophosphate : plan des axes optiques perpendiculaire à a^1, bissectrice aiguë parallèle à p, signe optique *négatif*.

» Angle intérieur des axes *observé* : 82°35′. Dispersion sensiblement nulle.

» Indices pour la raie D : maximum... 1,48145 | angle des axes *calculé* : 82°50′.
» moyenne.... 1,46290
» minimum... 1,44005

» Dans l'arséniate : plan des axes optiques perpendiculaire à a^1, bissectrice aiguë normale à p, signe optique *positif*.

» Angle intérieur des axes observé (raie D) : 88° 57′. Dispersion presque insensible $\rho < v$.

» Indices pour la raie D : maximum... 1,5265 | angle des axes *calculé* : 89°11′.
» moyenne.... 1,50206
» minimum... 1,4794

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le dinitrile malonique* $CAz-CH^2-CAz$. Note de M. L. Henry, présentée par M. Ch. Friedel.

« A l'acide malonique $CO(OH)-CH^2-CO(OH)$ correspondent deux nitriles :

» *a*. Un nitrile acide

$$CAz-CH^2-CO(OH).$$

» *b*. Un dinitrile

$$CAz-CH^2-CAz.$$

» Seul, le premier de ces composés est connu : c'est l'*acide cyano-acetique*.

» Dans l'ordre des recherches que je poursuis sur la volatilité dans les composés normaux $\equiv C-(CH^2)^n-C\equiv$, le second, le *nitrile malonique* proprement dit, homologue supérieur immédiat du cyanogène $CAz-CAz$, offre une importance et un intérêt tout spéciaux.

» Je me suis donc efforcé de le mettre au jour.

» Après divers essais infructueux de synthèse dans lesquels j'ai mis en œuvre les dérivés haloïdes XCH^2-CAz de l'acétonitrile (1) et les composés méthyléniques CH^2Br^2 et CH^2I^2, j'ai enfin réussi à l'obtenir par la déshydratation de la *cyanacétamide* $CAz-CH^2-CO(AzH^2)$, à l'aide de l'anhydride phosphorique P^2O^5.

» La *malonamide* $CO(AzH^2)-CH^2-CO(AzH^2)$ fournit également ce com-

---

(1) J'aurai l'honneur de faire connaître dans une prochaine Communication les dérivés monobromé et monoiodé de l'acétonitrile $BrCH^2-CAz$ et ICH^2-CAz.

posé dans les mêmes conditions, mais en quantité minime. Ne se fondant que vers 170°, la malonamide subit l'action de la chaleur seule avant celle de l'anhydride phosphorique. Je ferai connaître à un autre moment l'étrange produit qui se forme dans cette circonstance.

L'*amide cyano-acétique* $CAz - CH^2 - CO(AzH^2)$, qui s'obtient si aisément à l'aide de l'éther cyano-acétique $CAz - CH^2 - CO(OC^2H^5)$, a, sur la malonamide, le double avantage d'être beaucoup plus fusible [elle fond à 118° (1)] et de renfermer déjà un chaînon nitrile CAz. Sa déshydratation est, par conséquent, beaucoup plus aisée.

» L'opération est des plus simples. On chauffe au bain-marie, dans une cornue en communication avec un tube en verre servant de réfrigérant, un mélange intime à molécules égales d'amide cyano-acétique et d'anhydride phosphorique. Après s'être fondu en se colorant en brun, le mélange se boursoufle énormément, en même temps qu'il distille un liquide légèrement jaunâtre qui ne tarde pas à se concréter : c'est le nitrile malonique. Le produit est d'une remarquable pureté, mais le rendement en est, relativement à celui d'autres opérations de ce genre, peu avantageux. Je n'ai jamais pu dépasser 25 pour 100 de la quantité théorique.

» Le résidu de l'opération n'est pas du charbon : c'est une masse spongieuse, très légère, de couleur brunâtre, que l'acide sulfurique dissout en se colorant en rouge vif foncé. Je ne m'arrêterai pas davantage ici à ce produit, de condensation probablement.

» Le *nitrile malonique* constitue un corps solide, blanc, cristallin. Il fond à 29°-30° ; en se congelant, il se transforme en une masse glacée, composée de fines dendrites, comme le nitrile succinique $CAz - (CH^2)^2 - CAz$, son homologue, mais d'un aspect extérieur plus cristallin que celui-ci. Lors de sa congélation, il subit un retrait considérable.

» Le nitrile malonique distille, sous la pression ordinaire, à 218°-219°, avec une fixité remarquable. Il est probable que l'action prolongée de la chaleur le polymérise, car, à la fin de la distillation, on observe un boursouflement considérable dans les dernières parties à distiller, et en même temps il reste une masse spongieuse, soluble dans l'acide sulfurique comme celle que j'ai signalée plus haut. C'est peut-être là la cause de la faiblesse du rendement de l'opération qui le fournit.

---

(1) M. Vant'Hoff indique 105° (*Bulletin de la Société chimique de Berlin*, t. VII, p. 1383; année 1874).

» J'ai pris la densité de vapeur de ce composé dans l'appareil de Hofmann, à 185°; j'ai trouvé 2,33. La densité calculée est 2,28.

» On voit déjà par là que le corps que je viens de décrire est bien le nitrile malonique lui-même et non un polymère. Son point d'ébullition est d'ailleurs celui que lui assignent ses analogies de composition avec d'autres composés déjà connus en C^3. En voici deux exemples :

$OC-OC^2H^5$ $\vert$ CH^2 $\vert$ $OC-OC^2H^5$	Éb. 196°	CAz $\vert$ CH^2 $\vert$ $OC-OC^2H^5$	Éb. 208°	CAz $\vert$ CH^2 $\vert$ CAz	Éb. 219°
	Diff. : + 12°		Diff. : + 11°.		
CH^3 $\vert$ CH^2 $\vert$ CH^3	Éb. vers −20°	CAz $\vert$ CH^2 $\vert$ CH^3	Éb. + 98°	CAz $\vert$ CH^2 $\vert$ CAz	Éb. 219°
	Diff. : 118°.		Diff. : 121°.		

» Le nitrile malonique n'a pas d'odeur; il est aussi sans saveur bien appréciable; porté sur la langue, il y détermine, en se fondant, une vive sensation de froid. L'alcool et l'éther le dissolvent aisément; il se dissout également dans l'eau, mais moins facilement. Il brûle avec une flamme colorée en pourpre sur les bords, à la façon des nitriles en général.

» L'acide chlorhydrique concentré le dissout rapidement; après quelque temps, la masse s'échauffe vivement et ne tarde pas à laisser déposer une abondante cristallisation de chlorhydrate ammonique. En épuisant le liquide par de l'éther à chaud, on en retire aisément l'acide malonique formé dans cette réaction.

» J'ai constaté que l'acide malonique obtenu de cette façon, après avoir été cristallisé dans l'éther ou dans l'eau, fond à 132°, comme on l'indique généralement.

» Lorsque l'on prolonge l'action de l'acide chlorhydrique concentré, en vase clos, vers 150°, on obtient de l'acide monochloro-acétique

$$ClCH^2-CO(OH),$$

en même temps que de l'anhydride CO^2 qui détermine une forte pression dans les tubes.

» Enclavé entre deux chaînons $-CAz$, l'hydrogène du malonitrile doit

être déplaçable par les métaux. Le malonitrile me paraît, en effet, constituer un acide faible, à la façon de l'acide cyanhydrique, mais plus faible encore. Sa solution aqueuse fournit avec le nitrate d'argent ammoniacal un abondant précipité blanc, jaunissant à la lumière et se décomposant avec une légère explosion, quand on le chauffe. J'y ai trouvé une quantité d'argent qui se rapproche de celle que nécessite la formule $CAz-CAg^2-CAz$.

» Le *malonitrile* $CAz-CH^2-CAz$ renferme 42,42 pour 100 d'azote; j'en ai trouvé 42,49 et 42,20 pour 100.

» Dans une prochaine Communication, j'aurai l'honneur de revenir sur la série des dinitriles normaux $CAz-(CH^2)^n-CAz$. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une combinaison d'alcool méthylique et de baryte anhydre.* Note de M. DE **FORCRAND**, présentée par M. Berthelot.

« M. Berthelot a montré [1] que la baryte anhydre se dissout dans l'alcool éthylique absolu. 1^{lit} de cet alcool saturé de baryte à $+9°$ contient $213^{gr},8$ de BaO, et sa densité est 1,031. La liqueur séparée par le filtre du dépôt d'hydrate de baryte formé en même temps donne par distillation un alcoolate solide $C^4H^5BaO^2$.

» Les phénomènes sont très différents lorsqu'on remplace l'alcool éthylique par l'alcool méthylique. Déjà, en 1834, Dumas et Peligot [2] ont signalé un composé d'addition $C^2H^4O^2, BaO$, qui se produirait par dissolution à froid de la baryte dans l'alcool méthylique et évaporation dans le vide.

» Je n'ai pu reproduire encore cette combinaison; mais on obtient très facilement un corps cristallisé dont la formule est $2C^2H^4O^2, 3BaO$.

» L'alcool méthylique employé provenait de la décomposition de l'éther méthyloxalique; sa densité est 0,7985 à $+16°$. La baryte était préparée par calcination de l'azotate pur. Chacun de ces corps contenait encore des traces d'eau (moins de 0,5 pour 100).

» La dissolution se fait avec un dégagement de chaleur considérable [3]; on doit refroidir.

» La liqueur saturée à $+15°$ a pour densité 1,045; elle contient par

---

(1) *Bulletin de la Société chimique*, t. VIII, p. 389 (1867).

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, t. LVIII, p. 17 (1835).

(3) Il ne se dépose que des traces d'hydrate de baryte.

litre 200gr de baryte anhydre ; elle laisse déposer des cristaux lorsqu'on l'échauffe. Mais, contrairement à ce qui se passe pour la dissolution éthylique d'éthylate de baryte, de petites quantités d'eau ajoutées au liquide ne le troublent pas; cependant, si l'on en verse un excès, il se dépose des cristaux d'hydrate BaO, 10HO.

» La liqueur évaporée à 135° dans un courant d'hydrogène sec donne en quelques heures une matière solide, blanche, cristallisée en paillettes nacrées, qui n'abandonne plus d'alcool à cette température. Si l'on chauffait davantage, elle se colorerait en se décomposant plus profondément.

» L'analyse de ce corps a donné :

	Trouvé I.	Trouvé II.	Calculé pour $2C^2H^4O^2, 3BaO$.
BaO	78,47	»	78,19
C	»	7,90	8,17
H	»	2,61	2,72

» C'est donc un composé d'addition $2C^2H^4O^2, 3BaO$, analogue, sinon identique, à celui de Dumas et Peligot, et tout différent du produit de substitution $C^4H^5BaO^2$ obtenu avec l'alcool ordinaire.

» La dissolution dans l'eau de cette combinaison est trop lente pour permettre des mesures calorimétriques. J'ai dû la dissoudre dans l'acide chlorhydrique étendu ($1^{éq} = 2^{lit}$), ce qui donne à $+15°$

$$+56^{Cal},02 \text{ pour } 1^{éq}(293^{gr},5).$$

» En tenant compte de la chaleur de dissolution dans l'eau de l'alcool méthylique et de la baryte, et de la réaction de l'acide sur ces deux corps, on en déduit

$2C^2H^4O^2$ liquide + 3BaO solide = $2C^2H^4O^2, 3BaO$ solide..... $+31^{Cal},25$
Soit pour BaO ..... $+10^{Cal},42$

» Ce nombre est supérieur à celui qui correspond à la chaleur de formation de $C^4H^5BaO^2$. J'ai trouvé, en effet, pour ce composé (1)

$C^4H^6O^2$ liquide + BaO solide = $C^4H^5BaO^2$ solide + HO solide..... $7^{Cal},24$

tandis qu'en même temps on a

HO solide + BaO solide = $BaHO^2$ solide insoluble ..... $8^{Cal},10$
Soit pour 2BaO 15,34
et pour BaO 7,67

(1) *Comptes rendus*, t. XCVII, p. 170.

» La chaleur de formation du véritable méthylate de baryte $C^2H^3BaO^2$ serait certainement très voisine de $+ 7^{Cal},67$, qui est notablement plus petite que $+ 10^{Cal},42$. On comprend donc pourquoi l'action de la baryte sur l'alcool méthylique donne de préférence le produit d'addition.

» Ce nombre $+ 10^{Cal},42$ est aussi plus grand que $+ 8^{Cal},80$ qui représente la chaleur de formation de l'hydrate $BaHO^2$ à partir de BaO et de HO liquide. Aussi de petites quantités d'eau ajoutées à la dissolution de baryte dans l'alcool méthylique ne précipitent pas la baryte. C'est aussi pour cette raison que le même composé $2C^2H^4O^2 + 3BaO$ se forme même lorsqu'on emploie de l'alcool méthylique contenant 2 ou 3 pour 100 d'eau; dans ces conditions, l'eau passe à la distillation en même temps que l'alcool (1).

» Mais si l'on ajoute à la dissolution de baryte dans l'alcool méthylique une plus grande quantité d'eau, l'hydrate BaO, 10HO se précipite en paillettes cristallines, sa chaleur de formation étant $+ 21^{Cal},0$.

» L'action de l'alcool méthylique sur la baryte en présence d'un peu d'eau donne naissance à d'autres composés sur lesquels je reviendrai prochainement. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le monochloracétate de butyle.* Note de M. G. Gehring, présentée par M. Berthelot.

« Le mode de préparation et les propriétés physiques du monochloracétate d'amyle ont été récemment indiqués par M. Louis Hugonnenq. En dehors de cet éther les monochloracétates de méthyle, d'éthyle et de propyle sont aussi connus, mais je n'ai trouvé nulle part d'indication sur le monochloracétate de butyle. Pour compléter la série obtenue jusqu'à présent, je l'ai préparé en adoptant la méthode générale employée pour la préparation du monochloracétate de méthyle, et j'ai déterminé aussi quelques propriétés physiques de ce corps.

» On sature par l'acide chlorhydrique sec une dissolution à molécules égales d'acide monochloracétique cristallisé dans l'alcool butylique normal

(1) Aussi ne peut-on pas employer la baryte pour déshydrater l'alcool méthylique. L'emploi du sodium est préférable, bien que la chaleur de formation de l'hydrate ($+ 33^{Cal},3$) soit à peine supérieure à celle du méthylate ($+ 33^{Cal},2$), mais la déshydratation n'est jamais complète.

qui bout à 116°. Ce liquide est dans un ballon surmonté d'un réfrigérant à reflux. Lors du passage du gaz chlorhydrique, le mélange s'échauffe considérablement. Après saturation on le laisse reposer quelques heures et l'on achève l'action en chauffant au bain-marie pendant deux heures en maintenant toujours la solution saturée du gaz, et ensuite on chauffe peu de temps au bain d'huile jusqu'à 135°. La solution refroidie est versée dans l'eau. Il se sépare une couche huileuse qui tombe au fond du vase. Cette couche est lavée avec la lessive de soude très étendue, pour enlever l'iode qui reste comme impureté dans l'acide monochloracétique. Pour enlever les dernières traces d'iode, on agite avec du mercure. Le liquide huileux est séché sur le chlorure de calcium et le produit obtenu distillé. En distillant par fractionnement entre 173° et 178°, on recueille ce qui passe à 175°.

» L'analyse de ce produit a donné les résultats suivants :

	I.		II.
Matière employée	0,5310	Matière employée	0,6598
Acide carbonique	0,9231	Chlorure d'argent	0,6335
Eau	0,3495		

» Ce qui correspond à la composition centésimale :

	I.	II.	Calculé pour $CH^2Cl\text{-}CO^2(C^4H^9)$.
Carbone	47,411	»	47,838
Hydrogène	7,271	»	7,308
Chlore	»	23,751	23,588
Oxygène	»	»	21,262

» En prenant la densité de vapeur de ce corps, d'après la méthode de V. Meyer, dans la vapeur de la nitrobenzine bouillante entre 205° et 210°, on a obtenu pour $0^{gr},0900$ de matière un déplacement de $14^{cc},4$ d'air à 15° et 758^{mm}, ce qui conduit à la densité 5,1, théoriquement 5,0.

» Le monochloracétate de butyle est un liquide incolore très mobile, doué d'une odeur agréable et piquante de fruits et possédant une saveur brûlante. Il est soluble en toutes proportions dans l'alcool, très peu soluble dans l'eau, mais lui donne pourtant son odeur agréable; la lessive de potasse le saponifie lentement. Sa densité à 0° est de 1,103 et à 15° de 1,081.

» Nous reprenons les points d'ébullition des divers monochloracétates connus.

	Point d'ébullition.
Monochloracétate de méthyle	130°
» d'éthyle	144-146°
» de propyle	161
» de butyle	175
» d'amyle	190 (¹). »

EMBRYOLOGIE. — *Sur le développement de l'œsophage.* Note de M. **P. de Meuron**, présentée par M. H. de Lacaze-Duthiers.

« La bibliographie ne renferme que bien peu de données sur le développement de l'œsophage des vertébrés. La plupart des observateurs s'en sont tenus aux premières périodes du développement et n'ont fait qu'indiquer brièvement l'allongement souvent assez rapide de cette portion du tube digestif et la formation des tuniques musculaire et fibreuse.

» Balfour cependant a signalé chez les téléostéens et les sélaciens un fait très curieux. Il a reconnu que chez ces poissons la lumière dont était creusé l'œsophage chez de jeunes embryons s'oblitère complètement à un stade plus avancé et que, par conséquent, la cavité digestive se transforme dans cette région en un cordon solide de cellules.

» Ayant eu dernièrement l'occasion d'étudier des embryons d'un grand nombre de vertébrés appartenant aux différentes classes, j'ai pu reconnaître que le fait de l'occlusion de l'œsophage à un âge relativement avancé n'est pas particulier aux sélaciens et aux poissons osseux, mais qu'il se retrouve assez généralement chez les vertébrés, sauf peut-être chez les mammifères.

» Les larves de grenouille et de crapaud, au moment où elles viennent de quitter leur enveloppe gélatineuse pour se fixer à la surface inférieure des feuilles et des herbes flottantes, ont l'estomac et l'œsophage entièrement oblitérés par les cellules vitellines. Nous distinguons alors trois régions pour le mésentéron ou partie moyenne du tube digestif. La première, antérieure ou pharyngienne, est creuse et s'ouvre au dehors par les fentes branchiales; la seconde ou région moyenne est solide et correspond à l'œsophage et à l'estomac; enfin la région postérieure est creuse et déjà plus ou moins contournée : c'est l'intestin proprement dit.

» Chez le lézard (*Lacerta agilis*) les parois dorsale et ventrale de la por-

(¹) Laboratoire de Chimie minérale au Collège de France.

tion postérieure du pharynx et de la partie antérieure de l'œsophage se rapprochent et se soudent complètement sur toute leur largeur, de telle façon que l'épithélium passe sans interruption de l'une à l'autre.

» On retrouve cependant ici et là quelques lacunes dans le feuillet ainsi formé et généralement il persiste des deux côtés de l'œsophage un canal à lumière assez étroite qui s'étend tout le long de la partie soudée.

» Mais c'est surtout chez le poulet que l'occlusion de l'œsophage est bien caractérisée.

» Chez un embryon de trois jours l'œsophage est encore largement ouvert et sa lumière est de forme régulièrement arrondie. Cette portion de l'intestin est du reste fort courte à cet âge et l'épaisseur de ses parois est encore moins considérable que le diamètre du canal.

» Chez l'embryon de quatre jours et demi, l'œsophage s'est déjà notablement allongé, ses parois sont fortement épaissies et le canal très rétréci. Ce rétrécissement atteint son maximum immédiatement en arrière de l'ouverture de la trachée, où le diamètre du canal n'est guère que le cinquième du diamètre total de l'organe (18^{μ} pour 86^{μ} environ; épaisseur des parois 40^{μ}).

» Quelques heures plus tard, à savoir chez l'embryon de cinq jours, cette partie de l'œsophage est encore plus étroite et sa lumière n'est plus que de $7^{\mu},5$, c'est-à-dire environ un douzième du diamètre total.

» Chez l'embryon de cinq jours et demi l'œsophage est complètement oblitéré sur une longueur de 115^{μ} environ, immédiatement en arrière de l'entrée du larynx. Sur une coupe transversale passant à ce niveau, il se présente comme un disque plein formé de cellules d'aspect épithélial, serrées les unes contre les autres et disposées en rayonnant autour du centre. En ce dernier point elles paraissent moins nombreuses et moins serrées que vers la circonférence. A partir de ce moment le cou de l'embryon de poulet subit un accroissement très rapide et s'allonge considérablement dans un espace de temps très court. L'œsophage participe naturellement à cet allongement et ce phénomène paraît porter plus spécialement sur la partie solide. En effet, nous trouvons que chez l'embryon de six jours toute la partie supérieure de l'œsophage, allant de l'ouverture du larynx jusqu'à peu près à la partie moyenne du cou, est complètement solide et ne présente plus trace de lumière. A la suite de cette portion solide en vient une autre qui contient de nombreuses lacunes plus ou moins globuleuses et dont les parois sont revêtues d'un épithélium régulier en palissade. Un peu plus bas l'œsophage présente *constamment* deux canaux

juxtaposés également tapissés d'un épithélium régulier. Celui de gauche est toujours plus étroit que celui de droite. A la partie inférieure du cou les deux canaux se réunissent en un seul qui s'élargit de plus en plus et vient aboutir au jabot.

» Dans sa partie supérieure, l'œsophage est fortement aplati dans le sens dorso-ventral et présente une section en forme de sablier, élargie sur les côtés et rétrécie sur la ligne médiane. Plus bas, sa section est parfaitement ronde et entièrement homogène, car le tissu est aussi dense au centre qu'à la circonférence.

» La section de la couche épithéliale de l'œsophage conserve un contour extérieur régulier, aussi bien dans la région à deux canaux que dans celle qui contient les lacunes irrégulières.

» Quelques jours plus tard, le canal de l'œsophage se rétablit sur toute sa longueur en commençant par la partie inférieure, et bientôt l'organe a repris la forme tubulaire qu'il conserve chez l'adulte.

» Nous ne pensons pas que cette occlusion puisse s'expliquer par la physiologie de l'embryon ni par la phytogénie. Il nous semble plutôt qu'il s'agit ici d'un fait accessoire et d'ordre plutôt mécanique, résultant directement de la croissance et indirectement de l'atrophie qui frappe les arcs branchiaux postérieurs des vertébrés allantoïdiens. »

ZOOLOGIE. — *Sur le système vasculaire du* Dorocidaris papillata [1].
Note de M. **H. Prouho**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Les discussions survenues au sujet du système vasculaire des Échinodermes, entre les auteurs français et M. Herbert Carpenter, défenseur des idées anglo-allemandes, m'ont engagé à étudier un type d'Échinide dont l'anatomie n'avait pas été approfondie, le *Dorocidaris papillata*.

» 1° *Système vasculaire dit aquifère.* — Il se compose, comme chez les *Echinidæ*, du canal du sable, d'un anneau périœsophagien et des vaisseaux ambulacraires. Les auteurs sont généralement d'accord à ce sujet, mais les rapports du canal du sable avec le madréporite doivent être précisés.

» Le canal du sable débouche *directement* dans la *plaque madréporique*, simultanément avec un deuxième conduit dont il sera question plus loin, dans un orifice unique vers lequel convergent *tous* les pores aquifères. Cet

(1) Ce travail a été fait au laboratoire Arago.

orifice est situé à l'un des angles d'une dépression triangulaire toujours très accusée sous le madréporite. Il n'y a pas d'intermédiaire entre ce dernier et le canal du sable. L'espace infundibuliforme qui chez les *Echinidæ* recevrait, d'après MM. Perrier et Kœhler, d'une part, le canal du sable, d'autre part, les pores aquifères, n'existe pas. Il y a toutefois réellement un infundibulum correspondant à la dépression signalée plus haut et limité par une lame mésentérique, mais cet infundibulum, absolument indépendant du canal du sable et des pores aquifères, a une destination très différente de celle que, chez les *Echini*, lui assignent ces auteurs.

» 2° *Système vasculaire dit sanguin.* — Je comprends sous cette dénomination l'ensemble de tous les vaisseaux n'appartenant pas au système aquifère.

» Ce système vasculaire a lui aussi son anneau périœsophagien particulier accolé à l'anneau aquifère. L'anneau sanguin communique avec les absorbants intestinaux par la branche œsophagienne du vaisseau marginal interne. D'autre part, il donne naissance à un réseau vasculaire qui se distribue à la glande ovoïde et se continue tout autour du rectum dans l'épaisseur de la lame mésentérique réunissant les cinq glandes génitales. Celles-ci ont donc leur système vasculaire propre.

» Enfin, l'anneau sanguin fournit cinq vaisseaux qui longent le pharynx, traversent ce que Valentin a nommé les *organes fusiformes* chez l'Echinus, et se continuent le long des zones ambulacraires immédiatement au-dessous des vaisseaux aquifères, entre ceux-ci et l'espace périnervien. L'existence de ces vaisseaux pharyngiens n'est pas admise par les auteurs français. Je les ai injectés chez le Dorocidaris jusque vers la moitié du pharynx, et l'examen de coupes minces m'a montré qu'ils se continuent dans les zones ambulacraires.

» Il y a donc dans chacune de ces zones deux branches vasculaires, l'une aquifère, se rendant dans l'anneau aquifère, l'autre sanguine, communiquant avec l'anneau sanguin.

» 3° *Rapport entre les deux systèmes vasculaires.* — Ces deux systèmes contractent par l'intermédiaire de leurs anneaux respectifs un rapport intime. On voit après injection, et sur des coupes histologiques, l'anneau sanguin et l'anneau aquifère, intimement accolés, envoyer l'un vers l'autre de nombreuses ramifications qui s'engrènent étroitement, et cela de telle sorte que les échanges à ce niveau doivent être réciproques, normaux et constants. M. Kœhler, qui a décrit les deux anneaux œsophagiens chez le *Sphærechinus*, a constaté un fait analogue dans les vésicules de Poli. Ici,

il n'y a pas de vésicules nettement différenciées, et c'est à l'ensemble des deux anneaux que je donne le nom d'*anneau de Poli*.

» S'il est permis de penser que le système vasculaire est essentiellement le même chez les *Cidaridæ* et chez les autres Oursins, je ne puis me rallier aux idées de M. Perrier, pour lequel il n'existerait qu'un seul et même système vasculaire. Je ne puis, d'autre part, admettre intégralement les vues de l'école anglo-allemande qui admet deux systèmes vasculaires entièrement distincts, car on doit attacher une grande importance à la pénétration réciproque des deux systèmes par l'intermédiaire de leurs anneaux œsophagiens respectifs. Une pareille disposition se retrouve chez les Spatangues.

» 4° *Glande ovoïde*. — L'organe appelé *cœur* ne mérite nullement ce nom chez les Oursins. M. Perrier, qui le premier a relevé cette erreur, lui a donné le nom de *glande ovoïde* et l'a considéré comme un organe d'excrétion. Plus tard, M. Kœhler indiquait les connexions vasculaires de cet organe qui avaient échappé au premier observateur; mais, malgré ces travaux, quelques doutes ont persisté sur l'anatomie de ce singulier organe et sur ses rapports avec le madréporite.

» La glande ovoïde du Dorocidaris s'étend depuis l'anneau de Poli, qu'elle touche, jusqu'à la plaque madréporique. C'est un corps étroit, allongé et creusé d'une cavité longitudinale très irrégulière. Le tissu propre de la glande entoure cette cavité; il consiste en un tissu alvéolaire conjonctif, véritable substratum de l'organe, et dans lequel sont logées des cellules nombreuses et de formes variées, qui en sont les éléments actifs.

» La cavité de l'organe a son épithélium propre et se continue par un canal qui débouche *simultanément* avec le tube aquifère dans le madréporite. Ce canal est le conduit excréteur. Vers le centre de l'organe, le tissu se modifie et forme de nombreuses ramifications, se réunissant en un tronc commun, longitudinal, qui chemine quelque temps dans l'axe de la glande, se détourne bientôt, perce le conduit excréteur et va se loger dans la dépression triangulaire dont il a déjà été question. Là, ce prolongement de la glande, que j'appellerai *processus glandulaire*, s'attache à la paroi interne du madréporite et envoie quelques fins prolongements vers un tissu spongieux qui limite la cavité infundibuliforme du côté de l'anus.

» On le voit, rien n'autorise à considérer la glande ovoïde comme faisant communiquer le système vasculaire sanguin avec l'extérieur. Le canal

excréteur s'ouvre, il est vrai, dans le madréporite, mais ce canal n'est pas un vaisseau sanguin.

» Doit-on considérer cet organe simplement comme un organe d'excrétion? Je ne le crois pas; il y a quelque chose de plus.

» Un réseau vasculaire apporte, comme nous l'avons vu, la matière première dans le tissu propre de l'organe. Ces matériaux sont mis en œuvre, et le résultat final de ce travail est une production constante d'éléments figurés, destinés à remplacer ceux qui ont cessé de vivre dans les fluides nourriciers de l'individu. Ces éléments figurés abondent toujours dans le processus glandulaire et dans le tissu spongieux. Ce dernier est, chez le Dorocidaris, un foyer de production très actif des globules à long cil vibratile, qui sont extrêmement nombreux dans le liquide périviscéral. »

GÉOLOGIE. — *Sur les cristaux de gypse des fausses glaises parisiennes.* Note de M. Stan. Meunier.

« Toutes les personnes qui ont étudié le terrain d'argile plastique aux environs de Paris, à Auteuil, à Vaugirard, ont été frappées de la présence de beaux cristaux gypseux, de la forme dite *trapézienne* par Haüy. Ces cristaux, beaucoup plus nets que tous ceux des couches de pierres à plâtre, témoignent évidemment d'un mode de formation différent.

» C'est à ce titre que je crois devoir noter en quelques mots la production de cristaux identiques, sauf pour les dimensions, dans le cours d'expériences disposées pour continuer l'examen des propriétés précipitantes des roches calcaires. Il sera facile d'en appliquer le résultat à l'histoire des cristallisations si remarquables des fausses glaises.

» Ayant abandonné pendant plusieurs mois des fragments calcaires dans des dissolutions variées de sulfate de fer, j'ai vu sur plusieurs se former des cristaux de gypse présentant la forme et les groupements de ceux qui nous occupent. Beaucoup d'entre eux, malgré l'exiguïté des récipients, ont atteint plusieurs millimètres de longueur.

» L'intérêt de cette reproduction réside surtout dans la réunion, au sein des fausses glaises, avec les cristaux de sulfate de chaux, des corps mis en présence dans mon expérience et de la substance qu'elle a secondairement produite.

» Le sulfate de fer y abonde, en effet, résultant de l'oxydation de la pyrite et exsudant en maints endroits sur les fronts de taille, à l'état d'apatélite, et le calcaire n'y manque pas non plus en plaquettes plus ou moins épaisses, parfois d'ailleurs strontianifères. D'un autre côté, avec le gypse se montre le carbonate de fer ou sidérose, résidu de la réaction, tantôt terreux, tantôt globuliforme, dont l'abondance avait frappé Ch. d'Orbigny, il y a plus de cinquante ans. »

GÉOLOGIE. — *Note préliminaire sur la structure géologique de la montagne de Lure (Basses-Alpes)*; par M. W. KILIAN, présentée par M. Hébert.

« La direction de la montagne de Lure, sensiblement normale à celle de la chaîne des Alpes, paraît être en relations avec les arêtes parallèles du mont Léberon, de la Sainte-Baume et des Maures. M. Marcel Bertrand a montré récemment [1] que cette dernière pouvait être considérée comme l'axe cristallin partiellement submergé aujourd'hui d'une zone plissée qui occuperait une position intermédiaire entre les Alpes et les Pyrénées. Nous croyons que c'est à ce système qu'il convient de rattacher également le Léberon, le massif Ventoux-Lure, la montagne de Chabre. Ce n'est guère qu'à partir du Diois que disparaissent ces accidents transversaux pour faire place, dans toute la région subalpine, aux plissements longitudinaux du système alpin.

» La montagne de Lure est constituée essentiellement par un pli-faille qui s'étend des environs de Vilhosc à Monbrun (Vaucluse) sur une longueur de 50^{km}. Vers le sud, les couches (Cénomanien) vont s'enfoncer sous les assises tertiaires de Limans, de Fontienne, de Peyruis, de Volonne et d'Abros. Au nord du pli anticlinal qui, souvent, a dégénéré en faille et donné naissance à un escarpement brusque de plus de 600^{m} de hauteur, les assises se relèvent et forment une seconde crête, celle que traverse la Durance à Sisteron, dans une cluse pittoresque; cette arête s'étend vers l'est jusqu'à Saint-Geniès, où une faille sud-est-nord-ouest (mettant en contact le Néocomien et le Trias) la sépare d'autres chaînes qui participent du système alpin proprement dit.

» L'anticlinal de Lure commence sur la rive gauche de la Durance où il affecte, près de Briasc, les calcaires à silex de l'Urgonien et les marnes

(1) *Bulletin de la Société géologique de France*, 3e série, t. XIII, p. 115; 1885.

aptiennes. Il franchit la Durance et on le retrouve à Valbelle, montrant une voûte des calcaires jurassiques. Près de Châteauneuf-Miravail, il disparaît et fait place à une faille jalonnée de lambeaux molassiques (*Pecten præscabriusculus*). On suit cette faille jusqu'à l'extrémité occidentale de la chaîne (environs de Monbrun).

» Les couches se relèvent au nord du pli-faille, ainsi que nous l'avons dit, pour former de Montfroc à Saint-Geniès une crête jurassique à laquelle s'annexent d'autres plis et en particulier, au nord-est, le curieux petit bassin néocomien de Chardavon, sorte de cuvette formée par les calcaires jurassiques et renfermant un lambeau isolé de marnes infranéocomiennes.

DESCRIPTION SOMMAIRE DES TERRAINS.

» Le *Jurassique moyen* affleure principalement au nord de la région et à l'est, près de la faille de Saint-Geniès.

» I. *Jurassique supérieur*. — L'Oxfordien est couronné par des marnocalcaires noirâtres bien stratifiés à *A.* (*Perisphinctes*) *polyplocus*, Reinecke (type), *A. lictor*, etc.

» II. Puis viennent des bancs puissants de calcaires ruiniformes, souvent bréchoïdes, avec *A.* (*Aspidoceras*) *acanthicus* et une série de formes à rapprocher des espèces décrites par M. Neumayr dans sa Monographie des couches à *A. acanthicus*.

» III. L'étage tithonique est représenté par des calcaires blancs à *Ter.* (*Pygope*) *janitor*, *Am.* (*Phylloceras*) *semisulcatus* (=*ptychoicus*), *Am.* (*Lytoceras*) *montanus*, *A.* (*Hoplites*) *microcanthus*; ces bancs se terminent par une brèche à éléments roulés et par des couches rognonneuses.

» IV. Vient ensuite un calcaire marneux, blond, souvent moucheté, à faune de Berrias : *A.* (*Hoplites*) *Euthymei*, *A. Chaperi*, *A. Boissieri*, *A. Calisto*, *A.* (*Lytoceras*) *Honnorati*. Il passe à la partie supérieure à :

» V. Des marnes feuilletées avec fossiles pyriteux : *A.* (*Lytoceras*) *Juilleti*, *A. quadrisulcatus*, *A.* (*Phylloceras*) *semisulcatus* (=*ptychoicus*), *A.* (*Holcostephanus*) *Astieri*, *A.* (*Haploceras*) *Grasi*, *A.* (*Hoplites*) *neocomiensis*, *asperrimus*, *Roubaudi*, *Baculites neocomiensis*, *Bel.* (*Duvalia*) *latus*, *Aptychus seranonis*.

» VI. Calcaires marneux bien lités avec *Am.* (*Hoplites*) *cryptoceras*, *Leopoldi*, *angulicostatus*, *A.* (*Holcostephanus*) *Astieri*, var. Calcaires en gros bancs grisâtres, renfermant par places de gros rognons de silex : *Crioceras Duvali*, *A.* (*Holcodiscus*) *intermedius*.

» VII. *a.* Horizon de Combe-Petite. Calcaires en dalles avec banc marnocalcaire très fossilifère : *A.* (*Lytoceras*) *inæqualicostatus*, *A.* (*Phylloceras*) *infundibulum*, *A.* (*Desmoceras*) *difficilis*, *A.* (*Pulchellia*) *compressissimus*, *A.* (*Silesites*) *vulpes*, *A.* (*Silesites*) *Trajani*, *A.* (*Holcodiscus*) *fallax*, *fallacior*, *Vandecki*, *Caillaudi*, *Ptychoceras Puzosi*, *Pholadomya barremensis*, *Ter. Moutoni*, *Rhynch. Moutoni*, *Rh. Guerini*, etc.

» *b.* Horizon de Morteyron. Calcaires marneux compacts renfermant toujours *A.*

difficilis; mais une faune variée de Céphalopodes déroulés : *A.* (*Lytoceras*) *Phestus* et sa forme déroulée, *A.* (*Costidiscus*) *recticostatus* et *Macroscaphites Yvani, Heteroceras Emerici* et, en outre, *A.* (*Phylloceras*) *semistriatus* à lobules bifides.

» VIII. Calcaire compact à silex noirâtres : *A.* (*Costidiscus*) *recticostatus, A.* (*Hoplites*) *consobrinus,* etc., se liant intimement aux précédents. A Sisteron, ces calcaires sonores à silex ont à peine quelques mètres; ils augmentent d'épaisseur vers l'ouest, et, dans les environs de Banon et de Simiane, passent *latéralement* à des assises blanches crayeuses, l'Urgonien des auteurs, pétries de Nérinées, de Ptérocères, de Rudistes (*Monopleura Coquandi, Requienia gryphoïdes*), de *Janira Deshayesi,* etc. Le calcaire urgonien, compris entre les couches à *Macrosc. Yvani* de Ferrassières et les calcaires aptiens, mesure environ 60^{m} près de Simiane.

» IX. *a.* Calcaires aptiens jaunâtres, en plaquettes à *Am.* (*Acanthoceras*) *Martini* et *Cornueli, A.* (*Hoplites*) *consobrinus, Ancyloceras Matheroni, Rhynchonella lata, Rh. Gibbsi, Zeilleria* sp. et nombreux Bivalves (*Arca, Plicatula placunea, Ostrea aquila*).

» *b.* Marnes noires souvent très puissantes (là où le calcaire précédent est peu développé), souvent fort réduites (0,10^{m}) : *Am.* (*Phylloceras*) *Guettardi, Nisus, Am.* (*Hoplites*) *Dufrenoyi, Gargasensis, A.* (*Desmoceras*) *Emerici, A.* (*Acanthoceras*) *Martini, Toxoceras Royeri, Plicatula radiola, P. placunea* et une très intéressante faunule de Gastropodes, *Bel.* (*Hibolites*) *semicanaliculatus* (Peipin, Carniol).

» *c.* Marnes à *Bel. semicanaliculatus.* Horizon très constant.

» On voit que, des couches à *A. polyplocus* à l'Aptien, les faunes de Céphalopodes se succèdent, toujours distinctes et nettement caractérisées.

» X. Le *Gault* supérieur surmonte les marnes à Bélemnites; il se présente sous la forme d'un grès glauconieux (grès susaptien) assez dur; à la base, dans une couche marneuse, on recueille : *Am.* (*Desmoceras*) *Mayori* et *Inoceramus* sp. A la chapelle d'Ongles, ce banc se charge de glauconie, renferme des rognons phosphatés et *A. Mayori, A.* (*Schloenbachia*) *inflatus, Rhynch. Clementina* (abondant), *Cidaris vesiculosa, Bel. minimus.*

» XI. Au-dessus apparaît le Cénomanien qui débute par une assise glauconieuse correspondant à la Gaize et contenant : *A.* (*Schloenbachia*) *inflatus, A.* (*Stoliczkaia*) *dispar, Turrilites Puzosi, Anisoceras armatum.* Puis viennent des bancs à *Am.* (*Schloenbachia*) *varians, Am.* (*Acanthoceras*) *Mantelli, A.* (*Hoplites*) *falcatus, Turrilites costatus, Inoceramus cuneiformis;* des couches à *A.* (*Acanth.*) *Rothomagensis, Holaster subglobosus,* puis, couronnant le tout, un calcaire à fossiles siliceux : *Ostrea columba minor, Epiaster distinctus, Trigonia sulcataria, Tr. scabra,* etc. Cette dernière assise a été enlevée sur beaucoup de points.

» XII. *Terrains tertiaires.* — Entre Limans et Abros, on voit le Cénomanien supporter :

» 1° Des conglomérats et des marnes lie de vin et bigarrées, représentant probablement l'Éocène supérieur;

» 2° Un système saumâtre et lacustre de marnes, schistes et calcaires en plaquettes (Revest-en-Fangat) à *Potamides Lamarcki, Planorbis cornu, Lymnées,* etc. (Miocène inférieur). Ces dépôts atteignent, près de Peyruis, l'altitude de 822^{m}. »

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les fructifications mâles des* Arthropitus *et des* Bornia. Note de M. R. RENAULT, présentée par M. Duchartre.

« 1° Les fructifications mâles des *Arthropitus* sont en forme d'épis, comme celles des Calamodendrons; de dimensions très variables, on trouve tous les intermédiaires entre le *Calamostachys Binneyana,* qui mesure à peine 10^{mm} de haut sur $2^{mm},3$ de large, jusqu'au *Bruckmannia Grand'Euryi*, qui atteint $0^{m},07$ à $0^{m},08$ de long sur 10^{mm} à 12^{mm} de large ([1]).

» La conformation des épis d'*Arthropitus* dans ses traits principaux est la même que celle indiquée naguère ([2]) pour les fructifications mâles des Calamodendrons.

» Cependant les bractées qui forment les verticilles stériles, au lieu d'être libres sur toute leur longueur, se soudent dans leur partie horizontale en une sorte de plancher continu et ne deviennent libres que dans leur portion dressée verticale dont la longueur dépasse le verticille stérile suivant.

» Dans le *Calamostachys Binneyana*, les bractées fertiles, dilatées à leur extrémité en disque peltoïde, portent sur la face interne quatre sacs polliniques contenant des cellules mères avec quatre grains de pollen; comme les échantillons de ce *Calamostachys* du Lancashire sont calcifiés, ce n'est qu'exceptionnellement que l'on peut constater dans les grains de pollen la présence des cellules si visibles dans les échantillons silicifiés.

» Les épis bien plus développés, qui proviennent d'Autun et de Grand-Croix, présentent en outre cette particularité que les planchers horizontaux résultant de la soudure de la partie inférieure des bractées stériles sont reliés par des cloisons verticales à chacune des bractées fertiles. Ces dernières sont recouvertes, sur leur portion peltoïde, d'une couche de cellules élastiques, qui se prolonge sur le bord externe des cloisons.

» Les sacs polliniques, groupés par quatre, adhérents par leur base à la face interne des disques, sont donc partiellement renfermés dans des

---

([1]) Nous avons donné la description du *Bruckmannia Grand'Euryi* dans notre *Cours de Botanique fossile,* 2e année, p. 136, en le plaçant parmi les épis *incertæ sedis* des *Annularia.* Les échantillons que nous avions alors étaient moins bien conservés que ceux que nous possédons maintenant.

([2]) *Comptes rendus,* séance du 15 mars 1886.

loges formées d'une part par le plancher horizontal des bractées stériles, et de l'autre par les cloisons verticales les reliant aux bractées fertiles ; ces dernières sont en nombre moitié moindre que les bractées stériles.

» Les membranes des sacs sont formées de cellules solidement engrenées les unes avec les autres au moyen de prolongements multiples partant des parois latérales de chacune d'elles. Sur les échantillons silicifiés conservés, il est toujours possible de reconnaître dans chaque cellule mère les grains de pollen avec leur exine, leur intine pluricellulaire, semblables à ceux que nous avons déjà décrits dans les épis de Calamodendrons.

» 2° Les fructifications mâles des *Bornia* (¹) sont en forme d'épis terminant les rameaux ou les ramules, longs de 15^{mm} à 13^{cm}, larges de 5^{mm} à 12^{mm}, simples ou interrompus dans leur longueur par des verticilles de feuilles qui rendent, pour ainsi dire, l'épi lui-même articulé.

» Les épis que nous décrivons ici sont simples ; ils proviennent d'échantillons recueillis par M. Grand'Eury dans des couches anthracifères de la Vendée et sont encore attachés pour la plupart à des ramules de *Bornia*.

» La longueur des épis est de 13^{mm} à 15^{mm} et leur diamètre de $0^{m},005$ environ; l'axe mesure $1^{mm},2$ en largeur.

» On ne remarque aucune trace de verticilles stériles entre les verticilles fertiles; ceux-ci sont distants les uns des autres de $0^{mm},9$.

» Les bractées toutes fertiles sont cylindriques, linéaires, rigides, insérées perpendiculairement à l'axe de l'épi, au nombre de huit à dix par verticille, dilatées en disque peltoïde, ombiliqué au centre; sous le disque se trouvent disposés quatre sacs allongés, adhérents en partie à la portion horizontale de la bractée. Leur longueur est de 1^{mm} et leur hauteur de $0^{mm},35$. Leur enveloppe présente un aspect réticulé analogue à celui de la membrane des sacs des Calamodendrons.

» La protection des sacs était assurée par la rigidité des bractées et par la juxtaposition complète de leur partie discoïde.

» Comme on le voit, les fructifications des *Bornia*, tout en présentant des analogies marquées avec celles des Calamodendrons et des *Arthropitus*, en diffèrent toutefois par l'absence de verticilles stériles.

» Le bois secondaire des tiges formé des mêmes éléments anatomiques

---

(¹) Divers paléontologistes ont décrit les fructifications de *Bornia:* ROEMER, *in* Herm. ; V. MEYER, *Palæontogr.*, III; STUR, *Die Culm Flora;* R. KIDSTON, *Annals of natural history*, etc.

diffère également de celui des deux genres cités par l'absence de lames cellulaires ou fibreuses séparant les coins ligneux. Les faisceaux primaires centripètes des racines sont isolés et ne sont point enclavés dans le bois secondaire, comme cela se présente dans les racines d'*Arthropitus* et de Calamodendron.

» Enfin, les feuilles sont longues, linéaires, souvent plusieurs fois dichotomes.

» Si donc les *Bornia* présentent un certain nombre de caractères communs avec les plantes de la famille des Calamodendrées, ils doivent cependant constituer un genre parfaitement distinct dans cette famille qui serait actuellement composée des trois genres *Calamodendron*, *Arthropitus*, *Bornia*. »

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Contribution à l'étude de la préfoliation et de la préfloraison des végétaux fossiles*. Note de M. L. CRIÉ, présentée par M. Chatin.

« L'étude de la préfoliation et de la préfloraison présente un intérêt tout particulier pour la Botanique fossile. Considérée dans chaque feuille isolément, la préfoliation peut être observée d'une façon très nette chez quelques-unes des plantes qui se sont déposées sur plusieurs points des lacs éocènes de la Sarthe et de Maine-et-Loire. L'*Asplenium cenomanense* Crié (1), des grès de Fyé et de Saint-Pavace, m'a présenté, en même temps que des feuilles qui rappellent celles de l'*Asplenium subcretaceum* Sap. des flores de Sézanne et de Bournemouth, d'autres frondes qui s'enroulent du sommet à la base en forme de crosse. On peut noter aussi cette préfoliation circinée sur des spécimens du *Gleichenia Hantonensis* Wanklyn de l'éocène anglais (2). De très jeunes feuilles de Palmiers flabelliformes (*Sabalites Flabellaria*) des grès de la Sarthe et de Maine-et-Loire laissent voir la préfoliation qui se plisse un certain nombre de fois en forme d'éventail. J'ai remarqué dans les couches tertiaires de Saint-Pavace (Sarthe), sur des feuilles jeunes et sur d'autres feuilles tout à fait développées du

(1) Voir *Contribution à l'étude des Fougères éocènes de l'ouest de la France* (*Comptes rendus,* 23 mars 1885).

(2) Voir GARDNER et ETTINGSHAUSEN, *A monograph of the british eoceneflora,* London, 1880.

Nerium Sarthacense Sap., l'enroulement en dehors, c'est-à-dire sur la face inférieure des deux moitiés du limbe. C'est dans l'oasis de Biskra et aux environs de Blidah (Algérie) que j'ai pu noter, pour la première fois, cette préfoliation révolutée de la feuille du *Nerium oleander* à ces deux phases de son existence, c'est-à-dire dans le bourgeon et lorsqu'elle dépérit. Certaines empreintes que je considère comme représentant un ensemble de folioles de Légumineuse, à pétioles et à limbes secondaires non épanouis, se rencontrent dans les grès éocènes de Sargé (Sarthe). Ces fossiles, que j'ai nommés *Cassia cenomanensis*, paraissent se rapprocher du *Cassia concinna* Heer, des couches tertiaires de la Suisse et de l'Amérique du Nord. Des exemples très instructifs de préfloraison m'ont été présentés par plusieurs fleurs des terrains tertiaires de l'ouest de la France. Je mentionnerai surtout trois ou quatre corolles à préfloraison tordue (chaque pétale offrant un bord intérieur et un bord extérieur) que j'ai cru devoir rapporter au *Nerium Sarthacense* Sap. dont elles accompagnent les feuilles dans les grès de Saint-Pavace et de Sargé (Sarthe). En 1878, M. le marquis de Saporta avait déjà attiré mon attention sur ces remarquables corolles à préfloraison tordue, provenant des mêmes localités éocènes.

» Je possède encore d'autres fleurs fossiles non moins bien conservées qui laissent voir, sur une cassure transversale du fragment de grès, cinq sépales à préfloraison imbriquée, c'est-à-dire deux feuilles voisines, l'une extérieure et l'autre intérieure, et les trois autres moitié intérieures, moitié extérieures. Trois empreintes de grès de la Sarthe montrent deux sépales externes, deux internes et une moitié interne, moitié externe, c'est-à-dire la disposition qui caractérise la préfloraison quinconciale. Je signale aujourd'hui à l'attention des paléontologistes ces intéressantes fleurs fossiles, sans chercher à les rapporter à tel ou tel groupe de plantes, les plus grandes réserves étant commandées dans ces rapprochements. M. D. Clos a insisté sur ce point, qu'on pourrait tirer de l'arrangement des feuilles dans les bourgeons des données utiles pour la classification, et, depuis Robert Brown, les botanistes ont utilisé les caractères offerts par la préfloraison pour la distinction des genres et des familles de plantes.

» Les premiers résultats que je viens d'exposer montrent l'intérêt qui s'attache à cette partie de l'histoire des végétaux fossiles. »

M. **Larrey** présente à l'Académie les premiers « Relevés statistiques du Dispensaire Furtado-Heine — 1884-1885 », et s'exprime ainsi :

« Ce Dispensaire a été fondé avec munificence pour le traitement gratuit des affections diathésiques, congénitales ou acquises et non contagieuses, si difficiles à soigner chez les enfants de la classe ouvrière, que ces affections semblent souvent abandonnées au sort des maladies incurables.

» Le Dispensaire Furtado-Heine ne compte pas encore deux années d'existence, depuis son inauguration, le 12 août 1884, et déjà il a fourni les secours les plus efficaces à plusieurs milliers d'enfants pauvres des deux sexes, sans distinction de religion ni de nationalité.

» Les relevés statistiques de 1884-1885 donnent un aperçu exact et intéressant des premiers résultats de cette fondation charitable, pour arrêter les progrès ou même assurer la guérison de maladies dépourvues jusqu'ici des ressources de l'Hygiène ou de la Médecine préventive, et surtout de la Chirurgie conservatrice, dont on ne saurait trop préconiser les bienfaits.

» L'œuvre de Mme Furtado-Heine a grandement justifié, en vingt mois, les espérances de la généreuse fondatrice, et son Dispensaire, reconnu aujourd'hui d'utilité publique, pourra sûrement, d'après de nouveaux relevés statistiques, revendiquer une large part dans l'amélioration physique de la population ouvrière de Paris.

» Ces premiers relevés méritent d'être soumis à l'examen de la Commission du prix de Statistique. »

M. L. **Jaubert** adresse la Note suivante, relative à l'observation d'un bolide.

« Nous avons observé dimanche, 13 juin, vers $10^h 35^m$ du soir, à l'observatoire populaire du Trocadéro, un magnifique bolide qui est parti d'entre l'étoile polaire et l'étoile γ de Céphée, se dirigeant vers la constellation du Cocher en passant dans le voisinage d'α et de β de Céphée.

» Sa marche était relativement très lente et légèrement irrégulière. Il laissait après lui une belle traînée lumineuse. Divers fragments s'en sont détachés au moment où il a passé près de β de Céphée. Après avoir brillé du plus vif éclat, il s'est réduit en morceaux en arrivant près de la ligne droite qui joindrait Capella avec δ du Cocher, à égale distance de ces deux étoiles. »

M. **E.-J. Maumené** adresse une Note relative aux combinaisons de l'eau et des aluns. (Extrait.)

Les aluns sont considérés comme unis avec l'eau, avec une même quantité d'eau, 24 HO ; mais une analyse attentive montre que la quantité d'eau s'élève pour l'alun d'alumine et de potasse à 28,73 HO, presque 5 HO en plus de la formule classique.

M. **J. Clerico** adresse un Mémoire portant pour titre : « Observations sur les mouvements des planètes. »

M. **F. Urrutibéhéty** adresse une Note « sur l'exposition des causes qui produisent l'orbite apparente du Soleil et la détermination de la vitesse angulaire du mouvement de translation de la Terre autour du Soleil, mesuré dans le temps ».

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Médecine et Chirurgie présente la liste suivante de candidats à la place vacante dans cette Section par suite de la nomination de M. *Vulpian* aux fonctions de Secrétaire perpétuel :

En première ligne, ex æquo, *et par ordre alphabétique*.	M. **Brown-Séquard**. M. **Germain Sée**.
En deuxième ligne, ex æquo, *et par ordre alphabétique*.	M. **Bouchard**. M. **Jaccoud**.
En troisième ligne, ex æquo, *et par ordre alphabétique*.	M. **Hayem**. M. **Ch. Richet**.

Sur la proposition de M. Vulpian, l'Académie vote l'adjonction de M. **Villemin** à la liste de présentation.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 6 heures.

A. V.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 7 juin 1886.

Sur l'âge de la faune de Pikermi, du Léberon et de Maragha; par A. Gaudry. Lagny, impr. Aureau, 1886; br. in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société géologique*.)

Histoire des Sciences mathématiques et physiques; par M. Max. Marie; t. IX : *de Lagrange à Laplace*. Paris, Gauthier-Villars, 1886; in-8°.

Les matières grasses dans l'urine; par le Dr F. Monvenoux. Paris, G. Masson, 1884; 2 vol. in-8°.

Thèse pour le doctorat en Médecine, présentée et soutenue le jeudi 31 *juillet* 1884; *par* M. F. Monvenoux.

Documents relatifs à la présence des matières grasses dans l'urine; première série. Lyon, Pitrat aîné, 1884; in-4°. (Ces deux derniers Ouvrages sont présentés par M. Vulpian, pour le concours Barbier.)

A. Andouard. *Bulletin de la station agronomique de la Loire-Inférieure; exercice* 1884-1885. Nantes, impr. Mellinet, 1885; in-8°. (Renvoi au concours Montyon, Statistique.)

Détermination des différences de longitude entre Paris-Berlin et Paris-Bonn; par MM. Lœwy, F. Le Clerc et O. de Bernardières. Paris, Gauthier-Villars, 1882; in-4°.

Hydrographie. Résumé des Conférences faites par M. de Bernardières *aux aspirants du Croiseur-École d'application* Iphigénie, *campagne* 1884-1885; 1 vol. in-4°, autographié.

Mémoire adressé au Bureau des Longitudes par M. de Bernardières, *sur les déterminations magnétiques effectuées pendant le voyage de la Mission chargée de l'observation du passage de Vénus*. Paris, Gauthier-Villars, 1884; in-4°.

Rapport adressé au Bureau des Longitudes par M. de Bernardières, *sur la détermination des différences de longitude entre Buenos-Ayres et Valparaiso,* etc. Paris, Gauthier-Villars, 1883; in-4°.

Description et usage du petit cercle méridien portatif; par M. de Bernardières. Paris, Imp. nationale, 1880; in-4°.

(Ces Ouvrages sont adressés par l'auteur, avec divers documents, pour le concours du Prix extraordinaire de six mille francs.)

Études historiques sur les épidémies dans le Morbihan. — Exposé historique et statistique des épidémies de choléra asiatique. — Inoculation de la petite vérole. — Exposé historique et statistique de la gale et de la teigne. — Exposé historique et statistique des affections vénériennes. — Exercice illégal des professions médicale et pharmaceutique. — Exercice de la profession médicale, 1805-1882; par le Dr A. Mauricet. Vannes, impr. Galles, 1883-1886; 6 br. in-4°. (Présentées par M. le baron Larrey, pour le concours Montyon, Statistique.)

Sur le développement des éléments de la moelle des Mammifères. — Sur le développement des tubes nerveux chez les embryons de Mammifères. — Accroissement en longueur des tubes nerveux par la formation de segments intercalaires. — Recherches histologiques sur les centres nerveux de quelques invertébrés, etc.; *par* W. Vignal. Paris, sans date; 8 br. in-8° et in-4°. (Adressées par l'auteur au concours Lallemand.)

R. Dubois. *Mode d'action de quelques liquides organiques sur la substance organisée. — Actions de la strychnine, du curare, du chloroforme et de l'alcool chez les Actinies. — Sur les tensions de dissociation de l'eau et des tissus*, etc.; 12 numéros des *Comptes rendus de la Société de Biologie*. (Renvoi au concours de Physiologie expérimentale.)

Christophe Colomb; par Henry Harrisse. Paris, Leroux, 1884; 2 vol. in-8°.

Bulletin de la Société des Sciences historiques et naturelles de l'Yonne; année 1885. Auxerre, au Secrétariat de la Société; Paris, G. Masson et A. Claudin, 1886; in-8°.

Recherches pour servir à l'histoire naturelle des végétaux inférieurs; par J. de Seynes. III. Première Partie : *De la formation des corps reproducteurs appelés Acrospores*. Paris, G. Masson, 1886; in-4°.

Muscologia Gallica. Description et figures des mousses de France; par T. Husnot; quatrième livraison. Cahan, T. Husnot; Paris, Savy, 1886; in-8°.

Bulletin of the United States fish Commission; vol. V, for 1885. Washington, Government printing office, 1885; in-8° cartonné.

The scientific Proceedings of the royal Dublin Society, vol. IV, Part 7, 8, 9; vol. V, Part 1, 2. Dublin, 1885-1886; 5 livr. in-8°.

The scientific transactions of the royal Dublin Society, 1885; march, april, october, november. Dublin, 1885; quatrième livraison, in-4°.

Mémoires de la Section topographique de l'État-Major général russe; t. XL. Saint-Pétersbourg, 1885; in-4°. (Présenté par M. le colonel Perrier.)

ERRATA.

(Séance du 7 juin 1886.)

Page 1296, ligne 25, *au lieu de* M. BOUQUET DE LA GRYE est prié de s'adjoindre à la Commission nommée pour étudier la question du niveau des deux océans, *lisez* M. BOUSSINESQ.

M. Bouquet de la Grye avait été nommé membre de cette Commission dans la séance du 24 mai dernier.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 21 JUIN 1886.

PRÉSIDENCE DE M. JURIEN DE LA GRAVIÈRE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

L'Académie a décidé, à la suite d'un vote, qu'elle n'admettrait dorénavant dans ses publications que les mesures énoncées dans le Système métrique.

Elle exprime le désir que les savants qui lui adressent des Communications, et particulièrement les savants français, se conforment à cette décision.

M. le Secrétaire perpétuel annonce à l'Académie que le tome C des *Comptes rendus* (1er semestre 1885) est en distribution au Secrétariat.

HYDRAULIQUE. — *Amélioration de la barre du Sénégal.* Étude présentée par M. BOUQUET DE LA GRYE. (Extrait.)

« L'an dernier, pendant mon séjour au Sénégal, j'ai pu étudier le régime de la barre du fleuve, et reconnaître que des moyens assez simples permettraient d'en supprimer les dangereux effets, au grand avantage des relations commerciales que nous entretenons avec les négociants de Saint-Louis. Comme il s'agit ici d'une application des lois de l'Hydraulique et de l'utilisation de la force emmagasinée dans les lames, j'ai pensé que, en raison de ce caractère scientifique, l'Académie pouvait s'intéresser à la solution d'un problème qui touche à un haut degré à la prospérité des ports de Bordeaux et de Marseille.

» La barre du Sénégal naît de la rencontre des eaux du fleuve avec la lame venant du large. Dans ce conflit, le sable, soulevé par cette dernière et entraîné par le courant côtier, qui vient du nord, se dépose et forme un large bourrelet autour de l'embouchure.

» C'est sur ce bourrelet que la lame brise, rendant l'entrée toujours difficile et souvent impossible de novembre à mai. Quelquefois les navires attendent deux mois mouillés en pleine côte avant de pouvoir entrer dans le fleuve.

» La lame qui provoque ces raz de marée n'est point une lame locale; les vents qui soufflent dans ces parages n'en produisent point de *battant en côte;* elle naît à une distance de 3000^{km} du point où s'exercent ses effets, dans la zone qui se trouve au sud de Terre-Neuve et que les marins ont baptisée du nom de *Trou du diable*, parce que l'on y rencontre toujours l'hiver du mauvais temps.

» La démonstration de ce rapport d'effet à cause devient claire si l'on note les jours de raz de marée sur la côte de Barbarie et si l'on remarque qu'ils coïncident toujours avec la présence d'un cyclone de large diamètre, passant au nord de l'Atlantique dans les parages précités.

» La barre du Sénégal cesse d'être dangereuse pendant la saison d'été de notre hémisphère, les coups de vent y étant rares et de peu de durée.

» La lame, venant régulièrement pendant notre hiver d'une seule direction, qui est le nord-ouest, et épaulant, pour ainsi dire, l'embouchure du fleuve au milieu de terrains sablonneux et mobiles, détourne cette embouchure de plus en plus dans le sud, forçant le fleuve à longer le lido, jus-

qu'au moment où la force vive du jusant qui diminue constamment devient inférieure à celle des lames.

» L'embouchure s'obstrue alors sous l'apport des sables extérieurs, le niveau intérieur des eaux s'élève, et une nouvelle ouverture se produit en un point situé au nord de celle qui se ferme et souvent à 20^{km} de distance.

» Le mouvement oscillatoire recommence alors, lent du nord au sud, brusque du sud au nord.

» Pendant la saison de l'hivernage au Sénégal, qui va de juin en octobre, le fleuve gonflé par les pluies a ses eaux saturées de vase, les raz de marée cessent, la barre s'aplatit, et le régime de l'entrée se rapproche de celui de l'embouchure du Nil.

» L'amélioration d'un pareil état, que l'on comprend devoir être très préjudiciable à la navigation, doit se faire en deux étapes.

» Dans la première, il faut supprimer les divagations qui ont porté l'embouchure à 100^{km} du point indiqué par la direction intérieure du cours du fleuve.

» Le lieu choisi pour la nouvelle entrée doit répondre à la définition théorique du maximum de la quantité de mouvement du jusant et aussi ne point être en opposition avec les nécessités commerciales créées par les établissements fondés dans le fleuve. La forme de l'ouvrage est également donnée par cette quantité de mouvement, ce qui conduit à adopter pour la jetée sud un rayon de courbure de 2500^{m} environ.

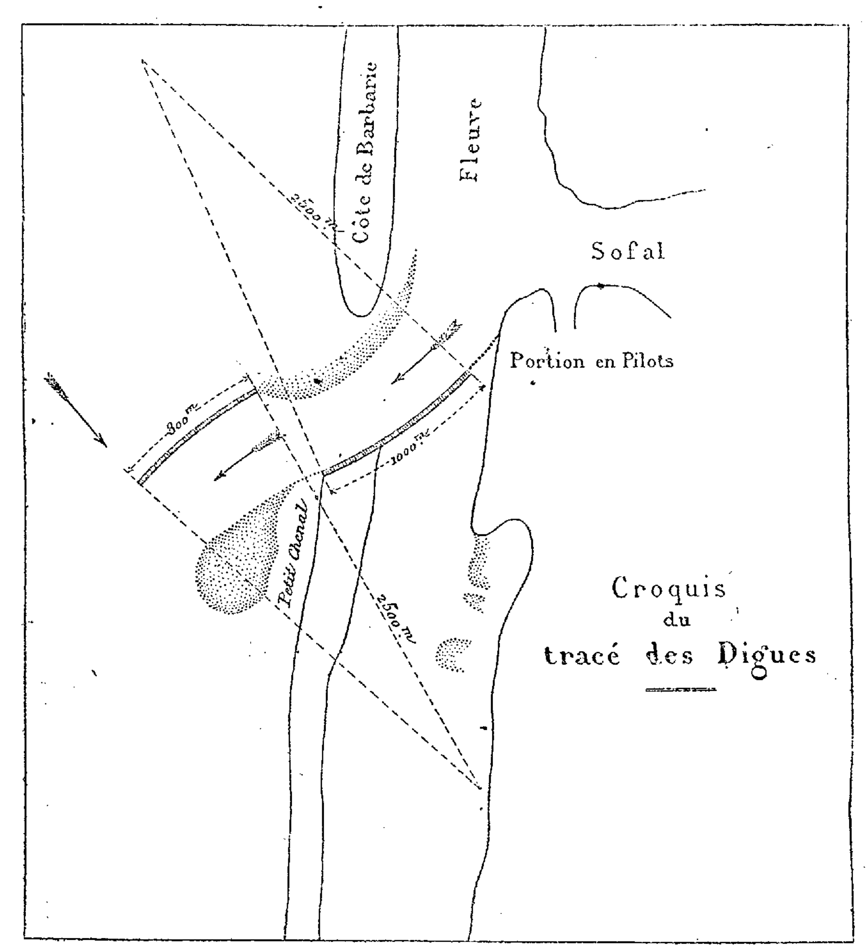
» Une fois l'embouchure fixée, on aura déjà une grande amélioration dans les conditions de l'entrée, mais on peut en réalité supprimer le bourrelet extérieur dû au dépôt des sables provoqué par le conflit de deux forces antagonistes.

» Il suffit pour cela de diriger, à la sortie, le jusant perpendiculairement à la direction des lames, c'est-à-dire au sud-ouest, en construisant au nord de l'entrée une digue isolée de l'estran. Le rayon de courbure de cette jetée extérieure sera aussi de 2500^{m} et donnera une seconde portion de la sinusoïde tracée par le thalweg du fleuve.

» Dans ces conditions, la lame qui cheminera du nord-ouest au sud-est, entraînant le sable arraché au littoral, poussera ce sable le long de l'estran où il s'accumulera d'un côté, tandis que, de l'autre, il sera rongé par le courant du jusant. Le banc sera donc *adventif* et les portions internes, incessamment entraînées le long de la concavité de la jetée nord, seront repoussées ultérieurement par la lame qui les portera au sud.

» Dans ces conditions il ne pourra se faire de dépôt près de l'extrémité

de cette jetée et l'on aura sur la route du navire toute la profondeur compatible avec le débit du fleuve.



» Les vues exposées ici succinctement sont confirmées par tout ce que nous avons vu sur les côtes exposées aux lames océaniques. Leur caractère de généralité peut les faire utiliser en certains points de notre littoral. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques phosphates doubles de thorium et de potassium ou de zirconium et de potassium.* Note de MM. **L. Troost** et **L. Ouvrard.**

« La composition, la forme cristalline et les propriétés du métaphosphate de thorine, étudié par l'un de nous, ont montré qu'on ne pou-

vait en tirer aucun argument pour rapprocher la thorine de la silice et pour lui attribuer la formule d'un bioxyde plutôt que celle d'un protoxyde.

» Nous avons cherché, en préparant un certain nombre de phosphates de thorium et les composés correspondants du zirconium, si l'on pourrait, par l'emploi de la voie sèche, vérifier l'analogie signalée par divers observateurs entre la thorine et la zircone.

» Nous décrirons d'abord les résultats que nous avons obtenus en faisant réagir sur les sels de ces bases le métaphosphate, le pyrophosphate ou l'orthophosphate de potasse.

» ACTION DU MÉTAPHOSPHATE DE POTASSE : 1° *Sur la thorine.* — On fait dissoudre jusqu'à refus, dans du métaphosphate de potasse en fusion, de la thorine, ou du phosphate de thorine amorphe, ou du chlorure de thorium anhydre, puis on laisse refroidir très lentement. En traitant ensuite la matière par l'eau acidulée, on dissout du métaphosphate de potasse et un phosphate double de thorine et de potasse soluble dans l'eau; il reste une poudre cristalline insoluble.

» Il est nécessaire d'ajouter au métaphosphate de potasse en fusion la thorine ou le sel de thorine, tant qu'il s'en peut dissoudre, sans quoi toute cette base passerait à l'état de phosphate double de thorine et de potasse soluble, que nous décrirons ultérieurement.

» La poudre cristalline examinée au microscope est composée de prismes ayant une action énergique sur la lumière polarisée. Ils sont symétriques, à extinction longitudinale, à deux axes. Ils appartiennent au système orthorhombique.

» Leur densité, déterminée à la température de 12°, est 5,75.

» Ils sont insolubles dans les acides azotique et chlorhydrique, ainsi que dans l'eau régale.

» L'analyse a montré qu'on avait affaire à un phosphate double de thorine et de potasse; elle a donné les résultats suivants :

	Trouvé.	Calculé.
Acide phosphorique........	27,09	26,82
Thorine....................	67,70	67,30
Potasse....................	5,48	5,88
	100,27	100,00

» Cette composition est celle d'un phosphate double ayant pour formule

$$KO, 8ThO, 3PhO^5 (Th = 58,1) \quad \text{ou} \quad KO, 4Th'O^2, 3PhO^5 (Th' = 116,2).$$

» 2° *Sur la zircone.* — On dissout de la zircone, ou du phosphate de zircone amorphe, ou du chlorure de zirconium anhydre, dans le métaphosphate de potasse en fusion, jusqu'à ce qu'une nouvelle quantité de matière ajoutée ne s'y dissolve plus. La solubilité de la zircone dans le métaphosphate est beaucoup moins grande que celle de la thorine. Après refroidissement lent, on reprend la masse par l'eau acidulée, qui dissout l'excès de métaphosphate et un phosphate double de zircone et de potasse soluble. Il reste une poudre cristalline, d'apparence rhomboédrique, ayant une action énergique sur la lumière polarisée. Ce sont des cristaux à un axe qui paraissent appartenir au système hexagonal.

» Leur densité, prise à la température de 12°, est 3,18.

» Ils sont inattaquables par les acides isolés et par l'eau régale.

» L'analyse a donné les résultats suivants :

	Trouvé.	Calculé.
Acide phosphorique........	42,06	42,28
Zircone....................	48,79	48,42
Potasse	9,17	9,30
	100,02	100,00

» Cette composition est celle d'un phosphate double $KO, 4ZrO^2, 3PhO^5$. Ce composé a donc une formule analogue à celle du composé correspondant de la thorine, considérée comme un bioxyde.

» Action du pyrophosphate de potasse : 1° *Sur la thorine.* — En faisant dissoudre jusqu'à refus, dans du pyrophosphate de potasse en fusion, de la thorine, ou du phosphate de thorine amorphe, ou du chlorure de thorium anhydre, on obtient, après refroidissement très lent, une masse qui, traitée par l'eau, lui cède du pyrophosphate de potasse et un phosphate double de thorine et de potasse soluble dans l'eau; il reste une poudre cristalline insoluble. Il est ici, comme dans le cas du métaphosphate, nécessaire d'ajouter au pyrophosphate fondu la thorine ou le sel de thorine tant qu'il s'en peut dissoudre, sans quoi cette base passerait à l'état de phosphate double soluble. La poudre cristalline, examinée au microscope, est formée

d'octaèdres qui agissent sur la lumière polarisée et présentent les caractères des cristaux à deux axes.

» Leur densité, prise à 7°, a été trouvée égale à 4,688.

» Ils sont solubles dans l'acide azotique.

» L'analyse a donné les résultats suivants :

	Trouvé.	Calculé.
Acide phosphorique	28,13	28,17
Thorine	53,07	53,19
Potasse	19,00	18,64
	100,20	100,00

» Cette composition est celle d'un phosphate double ayant pour formule

$$KO, 2ThO, PhO^5 (Th = 58,1) \quad \text{ou} \quad KO, Th'O^2, PhO^5 (Th' = 116,2).$$

On peut obtenir des cristaux plus gros, mais striés sur leurs faces, et présentant d'ailleurs la même forme et la même composition ([1]), en ajoutant au pyrophosphate de potasse du chlorure de potassium, qui donne de la fusibilité à la matière et lui permet, par suite, de rester plus longtemps fluide pendant le refroidissement très lent.

» 2° *Sur la zircone.* — On dissout de la zircone, ou du phosphate de zircone amorphe, ou du chlorure de zirconium anhydre, dans du pyrophosphate de potasse en fusion, jusqu'à ce qu'une nouvelle quantité de matière ajoutée ne se dissolve plus. Après refroidissement lent, on reprend la masse par l'eau qui dissout l'excès de pyrophosphate et un phosphate double de zircone et de potasse soluble. Il reste une poudre cristalline, formée de lamelles hexagonales incolores qui, dans la lumière polarisée convergente, présentent une croix noire, entourée d'anneaux colorés. Ces cristaux sont à axe négatif. Ils sont insolubles dans les acides azotique et chlorhydrique, ainsi que dans l'eau régale; ils se dissolvent dans l'acide sulfurique concentré et chaud.

» Leur densité, prise à 7°, a été trouvée égale à 3,076.

([1]) La composition du phosphate double obtenu par l'action du pyrophosphate de potasse est analogue à celle de plusieurs phosphates doubles de protoxydes, obtenus par M. H. Grandeau, en traitant les phosphates amorphes correspondants par le sulfate de potasse, à la température du rouge.

» L'analyse a montré qu'ils sont formés par un phosphate double de zircone et de potasse; elle a donné les résultats suivants :

	Trouvé.	Calculé.
Acide phosphorique........	39,69	39,66
Zircone....................	33,93	34,08
Potasse....................	26,30	26,26
	99,92	100,00

» Cette composition est celle d'un phosphate double ayant pour formule KO, ZrO^2, PhO^5. Cette formule est semblable à celle du composé correspondant de la thorine considérée comme un bioxyde.

» Quand, dans le mélange du pyrophosphate de potasse et du composé de zirconium en fusion, on ajoute du chlorure de potassium, qui donne de la fusibilité et permet de ralentir la solidification, on obtient des lamelles hexagonales plus larges et plus épaisses, présentant exactement la même composition. Dans ces conditions, il se forme en même temps un autre phosphate double insoluble en petits cristaux tétraédriques dont on débarrasse facilement les lamelles hexagonales du composé précédent [1].

» Action de l'orthophosphate de potasse : 1° *Sur la thorine.* — Le phosphate tripotassique maintenu en fusion dissout la thorine, le phosphate de thorine amorphe et le chlorure de thorium anhydre. La masse refroidie et traitée par l'eau laisse des cristaux maclés, formés de lamelles hexagonales, qui dans la lumière convergente présentent les caractères de cristaux à un axe négatif, ou à deux axes extrêmement rapprochés.

» Leur densité, déterminée à la température de 12°, a été trouvée égale à 3,95. Ils sont solubles dans les acides.

» L'analyse a donné les résultats suivants :

	Trouvé.	Calculé.
Acide phosphorique............	28,97	29,26
Thorine........................	41,08	41,49
Potasse........................	29,01	29,25
	99,06	100,00

(1) Il est, au contraire, extrêmement difficile de débarrasser ces cristaux tétraédriques des débris de lamelles hexagonales.

» Cette composition est celle d'un phosphate double ayant pour formule

$$3KO, 3ThO, 2PhO^5 \quad (Th = 58,1),$$

ou

$$6KO, 3Th'O^2, 4PhO^5 \quad (Th' = 116,2).$$

» Si l'on pousse plus loin la calcination du mélange fondu, en chauffant par exemple de manière à volatiliser l'acide phosphorique et la potasse, on obtient des cristaux très nets de thorine cristallisée. Ils n'ont aucune action sur la lumière polarisée; ce sont des cubo-octaèdres du système régulier mêlés de dodécaèdres rhomboïdaux. Ces cristaux ont pour densité 9,876 à 15°. On obtient les mêmes cristaux, mais moins facilement, avec les autres phosphates.

» 2° *Sur la zircone.* — Le phosphate tripotassique maintenu en fusion dissout la zircone, le phosphate de zircone amorphe et le chlorure de zirconium anhydre, mais la masse refroidie et traitée par l'eau ne donne que des cristaux altérés et une matière amorphe, probablement par suite de la formation de zirconate de potasse décomposable par l'eau.

» On obtient de meilleurs résultats en ajoutant au mélange en fusion du chlorure de potassium qui rend la masse plus fusible et permet un refroidissement plus lent. On obtient alors des lamelles hexagonales de même composition que celles que l'on a obtenues par l'action du pyrophosphate de potasse sur les mêmes composés de la zircone.

» En chauffant à une température élevée, longtemps maintenue, on volatilise l'acide phosphorique et la potasse et l'on obtient des cristaux qui ont une action sur la lumière polarisée. Ce sont des prismes du système quadratique, terminés, comme l'ont déjà signalé divers observateurs, par des pointements octaédriques.

» Leur densité, à 17°, est 5,726.

» En résumé, le métaphosphate et le pyrophosphate de potasse donnent avec la thorine et avec la zircone des phosphates doubles qui ont des compositions analogues, mais qui ne sont pas isomorphes. L'orthophosphate de potasse donne des phosphates doubles qui ont des compositions différentes.

» Il n'y a d'ailleurs pas isomorphisme entre la thorine et la zircone obtenues par calcination des phosphates doubles à température très élevée. Dans une prochaine Communication, nous ferons connaître les résultats de l'action des différents phosphates de soude sur ces mêmes bases. »

CHIMIE AGRICOLE. — *L'ammoniaque dans les sols;* par MM. **Berthelot** et **André**.

« C'est à juste titre que notre éminent Confrère M. Schlœsing fait observer qu'une discussion s'égare quand elle se prolonge; car il a perdu de vue l'objet de notre Note, cause première de la controverse qu'il a engagée. Elle avait pour but d'établir que *l'ammoniaque d'un sol doit être dosée sans aucune dessiccation ni traitement préalable*. Or ce point paraît complètement acquis, M. Schlœsing ayant déclaré qu'il sacrifie les dosages d'ammoniaque : nous avons donc eu satisfaction sur l'objet principal de notre Note. Restent diverses questions, soulevées à cette occasion, non par nous mais par M. Schlœsing, dans une polémique dont il a pris l'initiative.

» Il insiste surtout sur les chiffres donnés par nous pour l'analyse de 4 à 5 sols, tels que sables argileux, où la végétation se développe chaque jour sous nos yeux, et terres de potagers. Or, parmi ces chiffres, les premiers, soit 4, 5 et 7 milligrammes d'azote ammoniacal par kilo (ce Recueil, p. 955), sont compris dans les limites regardées comme normales par M. Schlœsing; et les derniers, qu'il trouve excessifs, n'ont été présentés par nous qu'à titre d'exemples et nullement comme exprimant la composition *générale* des terres végétales, contrairement à une assertion réitérée, mais inexacte, de M. Schlœsing : nous devons protester d'autant plus, qu'après avoir ajouté le mot *généralement*, qui n'était pas dans notre Note, il en fait la base de toute une argumentation.

» En ce qui touche les procédés d'analyse, nous avons contesté l'exactitude de ceux de notre savant Confrère : nous voulons dire ceux qu'il a fait connaître dans son Ouvrage et auxquels il nous a renvoyés dans sa seconde Note, c'est-à-dire l'emploi de l'eau pure à 100° et l'emploi de l'acide nitrique jusqu'à apparition d'une réaction acide. Le premier procédé est assurément incorrect en présence des sels ammoniacaux stables, et le second est rendu incertain par le pouvoir absorbant des terres pour les sels ammoniacaux. En raison de ces circonstances, les procédés décrits et préconisés par M. Schlœsing sont exposés à donner des résultats trop faibles. M. Schlœsing n'a fourni à cet égard aucune justification : nous regardons donc nos critiques comme fondées.

» Au lieu de justifier ses procédés, il s'est borné à attaquer l'emploi des alcalis, et à montrer qu'ils donneraient au contraire des résultats trop

forts. Nous sommes loin de méconnaître la gravité de ses objections, car il faut parler en toute bonne foi, quand on cherche en commun la vérité.

» Entre la vitesse de décomposition, par les alcalis diversement concentrés, des matières azotées contenues dans les terres, et celle de certains sels ammoniacaux complexes bien définis, tant minéraux qu'organiques, il n'existe pas de limite absolue : il nous serait facile de citer à cet égard des faits constatés et indiscutables, surtout parmi les sels doubles formés avec des dégagements de chaleur notables. En fait, avec ces sels définis, aussi bien qu'avec les terres, les résultats varient suivant la température de la réaction ; la nature des alcalis : soude, chaux, magnésie ; leur concentration ; leur aptitude à être précipités de leurs propres sels par l'ammoniaque en vertu d'une réaction inverse, et à former des sels basiques et des sels doubles, — ce qui tend à rendre les actions incomplètes ; — enfin suivant la nature des sols. Il est des sols, et nous pourrions en donner des exemples pour les sables argileux, qui fournissent avec la soude étendue des résultats constants au bout de 48 heures : temps nécessaire d'ailleurs pour que l'ammoniaque passe par diffusion, de ses simples solutions aqueuses dans l'atmosphère du vase ambiant, puis dans l'acide dilué destiné au titrage. D'autres terres, telles que celles citées par M. Schlœsing, continuent plus longtemps à dégager de l'ammoniaque. Elles se comportent à cet égard, nous le répétons, comme certains sels ammoniacaux doubles, bien définis, tant minéraux qu'organiques, avec lesquels les dosages ne sont pas complets au bout de 48 heures ; le dégagement de l'ammoniaque se prolongeant presque indéfiniment.

» Avec de telles terres, il est certain que les résultats sont seulement comparatifs. Leur signification véritable est subordonnée à d'autres données. Dans quelle mesure le dégagement lent de l'ammoniaque par des terres, soumises à froid à l'action des alcalis étendus, est-il attribuable aux sels ammoniacaux insolubles, ou formés par les acides de la terre, et atteints plus ou moins vite en raison de leur propre cohésion, de l'humectation et de la pénétration plus ou moins rapide de ces terres et des tissus des organismes qu'elles renferment par la solution alcaline ? Dans quelle autre mesure est-il attribuable aux composés amidés instables, sur lesquels nous avions déjà nous-mêmes pris soin de faire certaines réserves ? Ce sont là des questions mal connues, et dont la solution serait indispensable pour permettre de définir sans hypothèse le dosage rigoureux de l'ammoniaque dans les sols.

» Les sels ammoniacaux dissociés et les composés amidés instables des

sols concourent parallèlement à fournir l'ammoniaque naturelle, que ces derniers tendent à exhaler pendant un temps donné. Le dosage de celle-ci offre donc un intérêt particulier, distinct de celui de l'ammoniaque totale. Nous ne croyons pas qu'il ait été compris ainsi et exécuté, avant nos propres essais. On l'obtient aisément, d'une part, en exposant la terre en couche mince, dans un vase clos, à côté d'un acide titré; et, d'autre part, en la faisant traverser par un courant gazeux dans un espace raréfié et en récoltant l'ammoniaque ainsi dégagée. Ces méthodes, que nous n'avons pas encore vu employer, échappent aux objections faites aux procédés relatifs à l'ammoniaque totale; car la terre n'est soumise ici à l'action d'aucun réactif.

» Quant aux expériences et aux théories de notre éminent Confrère sur l'absorption continue de l'ammoniaque par le sol, il semble avoir déjà oublié que c'est lui-même qui les a introduites dans cette discussion. Nous n'en avons pas parlé les premiers; mais, du moment où elles ont été mises en avant, nous avons dû montrer que leur portée est subordonnée aux transformations spontanées des matières azotées du sol, par fermentation ou autrement, matières dont la controverse actuelle montre une fois de plus l'instabilité; le poids de l'azote contenu dans ces matières peut, d'ailleurs, s'élever à cent fois celui de l'azote ammoniacal; ce qui montre combien sont graves leurs moindres altérations. Or, M. Schlœsing n'a fourni sur ce point essentiel aucune donnée qualitative ou quantitative, et la controverse qu'il poursuit aujourd'hui roule sur une question tout à fait étrangère : nous ne voudrions pas prolonger indéfiniment ce débat devant l'Académie; il suffira donc de déclarer que nous n'avons rien à ajouter ni à retrancher à ce que nous avons dit à cet égard. »

ALGÈBRE. — *Sur une extension du théorème relatif au nombre d'invariants asyzygétiques d'un type donné à une classe de formes analogues;* par M. **Sylvester**.

« Nous employons toujours aujourd'hui le mot *invariant* pour désigner les sous-invariants et les invariants (ainsi ordinairement nommés) sans distinction.

» Le type d'un invariant est l'ensemble de trois éléments, le poids, le degré et l'étendue, que nous désignerons ordinairement par les lettres w, i, j, et nous nous servons de cet ensemble entre parenthèses $(w:i,j)$ pour

signifier le nombre de manières de composer ϖ avec ι des chiffres 0, 1, 2, ..., j ou bien, ce qui revient au même, avec j des chiffres 0, 1, 2, ..., i.

» Il est quelquefois utile d'ajouter à ces trois éléments un autre dont il est fonction, à savoir l'*excès* qu'on prend égal à $ij - 2\varpi$.

» Quand on considère un invariant comme source d'un covariant, l'excès coïncide avec l'ordre dans les variables de ce dernier.

» Le théorème connu, dont nous parlons dans le titre de cette Note, se divise en deux parties :

» 1° Il n'existe aucun invariant dont l'excès du type soit négatif;

» 2° Quand l'excès est positif, le nombre des invariants asyzygétiques du type $\varpi : i, j$ est $(\varpi : i, j) - (\varpi - 1 : i, j)$ qu'on peut représenter par $\Delta(\varpi : i, j)$.

» Évidemment, ces résultats peuvent être étendus au cas des formes rationnelles et entières qui sont *anéanties* par l'opérateur

$$\lambda_1 a_0 \delta_{a_1} + \lambda_2 a_1 \delta_{a_2} + \ldots + \lambda_j a_{j-1} \delta_{a_j},$$

pourvu qu'aucun des λ ne soit nul; car alors, en remplaçant les a par des multiples numériques convenables, l'anéantisseur peut être changé dans la forme $a_0 \delta_a + 2a_1 \delta_{a_2} + \ldots + ja_{j-1} \delta_{a_j}$.

» Quand tous les λ dans l'opérateur sont pris égaux à l'unité, on peut donner aux formes qu'il anéantit le nom de *binariants*.

» De même, on peut considérer un anéantisseur

$$a_0 \delta_{a_k} + a_1 \delta_{a_{k+1}} + \ldots + a_{j-k} \delta_{a_j},$$

et donner aux formes qu'il anéantit le nom de *binariants de raison k* (1); en particulier, quand $k = 2$, on peut les nommer *transbinariants*. C'est sur les transbinariants pour lesquels l'étendue j est un nombre PAIR que nous allons démontrer un théorème analogue à celui que nous avons énoncé sur les bivariants ordinaires.

» Si nous considérons les binariants de raison k, voici comment on pourrait procéder pour trouver toutes les formes du type $(\varpi : i, j)$:

» On prendra la forme la plus générale de ce type qui contiendra $(\varpi : i, j)$ constantes disponibles. On opérera sur elle avec l'anéantisseur $a_0 \delta_{a_k} + \ldots$, ce qui donnera une forme du type $(\varpi - k : i, j)$ dont les $(\varpi - k : i, j)$

---

(1) Le théorème de Brioschi montre qu'un binariant de raison k est une fonction de $s_1, s_2, \ldots, s_{k-1}, s_{k+1}, \ldots, s_j$, s_θ étant la somme des puissances $\theta^{\text{ièmes}}$ des racines de l'équation $a_0 x^j + a_1 x^{j-1} + \ldots + a_j = 0$.

coefficients seront des fonctions linéaires de ceux de la forme primitive, et l'on égalera à zéro tous ces coefficients. Ainsi l'on pourrait être porté à croire que, pourvu que le nombre des coefficients de la forme primitive excède le nombre de coefficients de la dérivée, la différence de ces deux nombres doit être le nombre de binariants de raison k asyzygétiques. Mais tout ce qu'on peut légitimement conclure dans ce cas, c'est que ce dernier nombre ne peut pas être moindre que cette différence; car les équations dont on a parlé ne sont pas nécessairement indépendantes. Cette précaution n'est nullement superérogatoire; un seul exemple suffira à le démontrer. Prenons $k = 2$ et cherchons le nombre des transbinariants du type $(6:2,5)$.

» On a

$(6:2,5) = 3$, car 6 peut être composé avec $5+1$, $4+2$, $3+3$,
$(4:2,5) = 3$, car 4 » $4+0$, $3+1$, $2+2$.

» Donc

$$(6:2,5) - (4:2,5) = 0.$$

» Cependant le nombre des transbinariants du type donné n'est pas zéro, mais 1; car, évidemment, $2bf - d^2$ est anéanti par l'opérateur

$$a\delta_c + b\delta_d + c\delta_e + d\delta_f.$$

» On voit donc que c'est un théorème bien réel et nullement nugatoire, qui énonce que, pour le cas où j est un nombre pair, le nombre des transbivariants du type $(w:i,j)$ est égal exactement à $(w:i,j) - (w-2:i,j)$ quand cette différence n'est pas négative. On peut ajouter que cette différence est négative seulement dans le cas où l'*excès* du type est négatif et qu'alors (comme on va le démontrer) il n'y a pas de binariants de ce type.

» Si l'on a

$$\Theta = a_0\delta_{a_2} + a_1\delta_{a_3} + \ldots + a_{2\eta-2}\delta_{a_{2\eta}},$$

on peut écrire

$$\Theta = \theta_1 + \theta_2,$$

en posant

$$\theta_1 = a_0\delta_{a_2} + a_2\delta_{a_4} + a_4\delta_6 + \ldots + a_{2\eta-2}\delta_{a_{2\eta}},$$
$$\theta_2 = a_1\delta_{a_3} + a_3\delta_{a_5} + \ldots\ldots\ldots + a_{2\eta-3}\delta_{a_{2\eta-1}}.$$

En faisant

$$t = t_1 + t_2,$$

avec

$$t_1 = 1.\eta a_2\delta_{a_0} + 2(\eta-1)a_4\delta_{a_2} + 3(\eta-2)a_6\delta_{a_4} + \ldots + \eta.1.a_{2\eta}\delta_{a_{2\eta-2}},$$
$$t_2 = 1(\eta-1)a_3\delta_{a_1} + 2(\eta-2)a_5\delta_{a_3} + \ldots + (\eta-1)1.a_{2\eta-1}\delta_{a_{2\eta-3}},$$

on trouvera

$$\theta_1 t_1 - t_1 \theta_1 = \eta a_0 \delta_{a_0} + (\eta - 2) a_2 \delta_{a_2} + \ldots - (\eta - 2) a_{2\eta-2} \delta_{a_{2\eta-2}} - \eta a_{2\eta} \delta_{a_{2\eta}},$$
$$\theta_2 t_2 - t_2 \theta_2 = (\eta - 1) a_1 \delta_{a_1} + (\eta - 3) a_3 \delta_{a_3} + \ldots - (\eta - 1) a_{2\eta-1} \delta_{a_{2\eta-1}}.$$

» Donc, si I est une fonction homogène et isobarique dans les lettres a du type w; i, j, on aura

$$(\Theta T - T\Theta) I = [\eta a_0 \delta_{a_0} + (\eta - 1) a_1 \delta_{a_1} + \ldots - (\eta - 1) a_{2\eta-1} \delta_{2\eta-1} - \eta a_{2\eta} \delta_{2\eta}] I$$
$$= (i\eta - j) I = \frac{2\eta i - 2w}{2} I;$$

car on remarquera que ni l'un ni l'autre θ n'agit sur l'un ou l'autre t, et que ni l'un ni l'autre t n'agit sur l'un ou l'autre θ.

» Le coefficient de I, on le remarquera, est la moitié de l'*excès* au type $w : i, 2\eta$.

» Il est bon d'observer qu'il n'est pas possible d'obtenir un résultat semblable dans le cas où j est impair, c'est-à-dire qu'on ne peut pas trouver, dans ce cas, une forme T telle que le résultat de l'opération $(\Theta T - T\Theta)$ sur une forme homogène et isobarique soit équivalent au produit de cette forme par une fonction quelconque de w; i, j.

» Avec l'aide de la formule ci-dessus, suivant la même marche que nous avons prise pour les invariants dans le *Philosophical Magazine* (mars 1878), on parvient à des résultats tout à fait semblables.

» En appelant ε la moitié de l'excès et en supposant que I est un transbinariant, on trouve

$$\varepsilon I = \Theta T I$$

et, plus généralement,

$$\mu T^{q-1} I = \Theta T^q I,$$

où $\mu = q(\varepsilon - q + 1)$.

» Or il est évident que, puisque l'effet de T est d'augmenter (par deux unités) le poids de la forme sur laquelle il agit sans en changer le degré ni l'étendue, et que le poids d'une forme homogène et isobarique ne peut pas excéder le produit du degré par l'étendue, en prenant q suffisamment grand, on aura

$$TI = 0,$$

et, à plus forte raison,

$$\Theta T I = 0.$$

» On trouvera donc successivement $T^{q-1} I = 0$, $T^{q-n} I = 0$, ..., $TI = 0$, $I = 0$, pourvu que le μ ne devienne pas nul dans le cours de cette déduc-

tion : ceci ne peut pas arriver quand ε est négatif, car on trouvera que les valeurs de μ, dans ce cas, resteront toujours négatives.

» Cela démontre qu'un transbinariant, dont le type a un excès négatif, ne peut pas être autre que zéro, c'est-à-dire n'a pas d'existence actuelle quand l'excès est non négatif; en désignant par $E(w:i,j)$ le nombre $(w:i,j)-(w-2:i,j)$, et par $D(w:i,j)$ le nombre de transbinariants du type $(w:i,j)$, on prouve que $D(w:i,j)=E(w:i,j)$ de la manière suivante.

» En remarquant que, pour w négatif, $E(w:i,j)=0$, on trouve immédiatement

$$\sum_{q=\infty}^{q=0} E(w-2q:i,j)=(w:i,j),$$

et, puisque chaque D est au moins égal au E correspondant, on a

$$\sum_{q=\infty}^{q=0} D(w-2q:i,j) \overset{=}{>} (w:i,j).$$

» Or on peut démontrer facilement que, si $ij-2w$ est non négatif, en appelant $I_{w:i,j}$ un transbinariant du type $(w:i,j)$, $\Theta^q T^q I_{w-2q:i,j}$ sera égal à un multiple numérique de $I_{w-2q:i,j}$ différent de zéro pour toutes les valeurs de q qu'on a besoin de considérer.

» Or, dans l'ensemble des transbinariants asyzygétiques, dont le type est $w-2q:i,j$, on peut substituer à chacun, pour ainsi dire, son *image* $T^q I_{w-2q:i,j}$. Le nombre de ces images sera

$$\sum_{q=\infty}^{q=0} D(w-2q:i,j).$$

De plus, chaque image sera du même type $(w:i,j)$.

» On démontre facilement qu'il ne peut pas exister entre ces images une relation linéaire; car, dans le cas contraire, en opérant sur l'équation qui les lie ensemble avec une puissance convenable de Θ, on tomberait sur une équation linéaire entre les transbinariants asyzygétiques eux-mêmes. Donc, évidemment, le nombre des images ne peut pas excéder la valeur de $(w:i,j)$. Donc

$$\sum_{q=\infty}^{q=0} D(w-2q;i,j).$$

n'est ni plus grand ni plus petit que $\sum_{q=\infty}^{q=0} E(w-2q;i,j)$; il lui est donc égal, et conséquemment, puisque aucun D ne peut être moins que le E qui lui correspond pour chaque valeur de q,

$$D(w-2q;i,j)=E(w-2q;i,j);$$

car si un D quelconque était plus grand que le E qui lui correspond, un autre D serait nécessairement plus petit, ce qui est inadmissible.

« On aura donc

$$D(w:i,j)=E(w:i,j),$$

pourvu que $ij-2w$ ne soit pas négatif. C. Q. F. D.

» On démontre facilement les mêmes théorèmes pour des formes anéantissables par une *somme* d'opérateurs

$$\begin{gathered} a_0\,\delta_{a_2}+\ldots+a_{j-2}\,\delta_{a_j}, \\ a'_0\,\delta_{a'_2}+\ldots+a'_{j'-2}\,\delta_{a'_j}, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{gathered}$$

En supposant que chaque j soit pair et en regardant $w:i,j:i',j',\ldots$ comme leur type, on parvient à cette conclusion qu'aucun transbinariant d'un tel type n'existe dans le cas où $ij+i'j'+\ldots-2w$ est négatif et que, quand cette quantité n'est pas négative, le nombre des transbinariants asyzygétiques est égal à $(w:i,j:i',j':\ldots)-(w-2:i,j:i',j';\ldots)$, où $(w:i,j:i',j':\ldots)$ désigne le nombre de manières de composer w avec i des chiffres 0, 1, 2, ..., combinés avec i' des chiffres 0, 1, 2, ..., j', etc.

» Il est utile de remarquer que les formes et les syzygies fondamentales des intégrales de l'équation

$$(a_0\,\delta_{a_2}+a_1\,\delta_{a_3}+\ldots+a_{\eta-2}a_{2\eta})\,I=0$$

sont des mêmes types que les invariants et les syzygies fondamentales d'un système formé avec deux *quantics* d'ordres η et $\eta-1$ respectivement; ce qui donne un moyen facile de vérifier la formule que nous avons démontrée pour le nombre de transbinariants asyzygétiques d'un type donné. Il va sans dire que nous n'avons pas négligé de nous servir de cette méthode pour vérifier la justesse de nos conclusions. »

CHIMIE. — *Sur l'annonce de la découverte d'un nouveau métal, l'*austrium. Note de M. **Lecoq de Boisbaudran**.

« Dans les *Monatshefte für Chemie* d'avril 1886, se trouve l'annonce de la découverte d'un nouvel élément que l'auteur, M. Ed. Linnemann, a appelé *austrium*. D'après la description de ses propriétés chimiques, de son mode d'extraction de l'orthite d'Arendal, et de son spectre électrique, l'austrium me paraît devoir être très probablement le gallium lui-même, dont il ne serait d'ailleurs pas surprenant que l'orthite contînt une petite quantité.

» Les deux raies de l'austrium, mesurées approximativement par M. Linnemann, sont $\lambda = 403,0$ et $416,5$; celles du gallium étant $403,2$ et $417,05$ [1]. Pour l'austrium, comme pour le gallium, la raie 417 est la plus forte. »

M. **Mascart** présente à l'Académie trois volumes, tomes I, III et IV des *Annales du Bureau central météorologique* pour 1884 et ajoute :

« Je me permettrai de signaler dans cette publication : 1° un Travail de M. Fron sur la distribution des orages en France pendant l'année 1883; 2° deux Mémoires de M. Moureaux, l'un contenant la description des méthodes employées à l'observatoire du Parc-Saint-Maur pour l'étude du magnétisme terrestre et les résultats relatifs aux années 1883 et 1884, l'autre donnant le détail des observations qui lui ont servi pour construire les Cartes magnétiques de France; 3° un Mémoire de M. Angot sur la distribution des phénomènes de végétation en France et la migration des oiseaux; 4° un Travail de M. le Dr Guiol sur le climat de Nossi-Bé; 5° enfin, une Étude de M. Teisserenc de Bort sur la distribution de la nébulosité à la surface du globe. »

---

[1] Moyennes de mes mesures et de celles de MM. Delachanal et Mermet.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre pour la Section de Médecine et Chirurgie, en remplacement de M. *Vulpian*, nommé aux fonctions de Secrétaire perpétuel.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 55,

M. Brown Sequard obtient	....	36 suffrages
M. Germain Sée »	....	19 »

M. **Brown Sequard**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **de Salvert** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire « Sur l'intégration d'un système d'équations aux dérivées partielles simultanées du premier ordre ».

(Commissaires : MM. Jordan, Darboux, Halphen.)

M. **Vivarez** adresse une Note relative à la maladie phylloxérique de la vigne.

L'auteur examine l'action destructive exercée sur les radicelles par les engrais acides et émet l'hypothèse qu'il conviendrait d'attribuer une origine chimique à la mortalité de la vigne.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le deuxième Volume des « Leçons sur l'Électricité et le Magnétisme », par MM. *E. Mascart* et *J. Joubert*. Méthodes de mesures et applications. (Présenté par M. Mascart.)

2° Le tome II des « Annales du Musée d'Histoire naturelle de Marseille », publiées sous la direction de M. *A.-F. Marion*. (Présenté par M. A. Milne-Edwards.)

3° L' « Introduction à la théorie des fonctions d'une variable », par M. *Tannery*. (Présenté par M. Darboux.)

M. **Vulpian** donne lecture de la Lettre suivante, qui a été adressée à l'Académie par M. *Em. Serrant :*

« Je prends connaissance de la lettre de M. Collin, d'Anvers, insérée dans les *Comptes rendus* (séance du 7 juin dernier).

» J'affirme que c'est moi qui ai fait tous les travaux concernant l'acide orthoxyphénylsulfureux (aseptol ou acide sozolique) et que j'avais trouvé le mot *aseptol* et m'en étais servi lorsque M. Collin est allé le déposer au Tribunal de commerce. M. Collin n'ignorait rien de mes travaux, puisque c'est lui-même qui a livré mon premier manuscrit à l'impression chez Browers, à Anvers, et qu'il a fait, lui-même encore, imprimer mes deux Notes à l'Académie (juin 1885) à l'imprimerie polyglotte, 13, rue Happœrt, à Anvers.

» Mais M. Collin a publié en Belgique une seconde édition de ma brochure primitive, en remplaçant mon nom par le sien.

» Toutes les preuves existent à cet égard, y compris la propre correspondance de M. Collin, depuis 1883 jusqu'en 1886, où il m'accuse réception de mes manuscrits.

» Et c'est ainsi que M. Collin ne me connaît pas, non plus que mes travaux! ».

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Brooks III (c, 1886), faites à l'observatoire d'Alger (télescope de* $0^m,50$). Note de M. **Ch. Trépied**, présentée par M. Mouchez.

Dates. 1886.	Étoiles de comparaison.	Grandeurs.	Ascension droite. Comète — Étoile.	Déclinaison. Comète — Étoile.	Nombre de comp.
			m s	′ ″	
Juin 2...	*a* B.D, n° 2610 + 3°	9,2	+1.59,36	−10.50,6	6:7
3...	*b* B.D, n° 2525 + 2°	8,5	−2.36,56	− 9.57,2	4:5

Position des étoiles de comparaison.

Dates. 1886.	Étoiles de comp.	Ascension droite moy. 1886,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1886,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Juin 2...	*a*	12. 4.57,10	+1,28	+2.58. 4,1	−7,2	W_1, n° 32, 12^h.
3...	*b*	12.11.17,72	+1,32	+2.20.45,2	−7,2	Lamont, n° 3647 + 2°.

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1886.	Temps moyen d'Alger.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Juin 2....	10.19.30	12. 6.57,74	$\bar{1}$,525	+2.47.56,3	0,705
3....	9.18.15	12. 8.42,48	$\bar{1}$,374	+2.10.40,8	0,706

» Cette comète, signalée comme brillante à l'époque de sa découverte par M. Brooks, le 23 mai, était extrêmement faible le 2 et le 3 juin. Le mauvais temps m'ayant empêché de l'observer dans les premiers jours qui ont suivi la découverte, je ne l'aurais probablement pas retrouvée si un télégramme de l'observatoire de Lyon, du 31 mai, n'avait appelé mon attention sur la rapide diminution d'éclat de cet astre.

» Le 2 et le 3 juin, la comète avait l'apparence d'une nébulosité très mal définie, avec une trace à peine visible de condensation centrale, dont il était fort difficile de déterminer la position exacte. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Développements en séries trigonométriques de certaines fonctions vérifiant l'équation du potentiel* $\Delta F = 0$. Note de M. **Appell**, présentée par M. Hermite.

« Dans la théorie des fonctions d'une variable imaginaire, les fonctions périodiques les plus simples, après les fonctions périodiques holomorphes, sont celles qui admettent une infinité de pôles distribués régulièrement dans le plan, comme $\cot z$ ou $\operatorname{sn} z$, etc. De même, dans la théorie des fonctions de trois variables réelles x, y, z vérifiant l'équation

$$\Delta F = \frac{\partial^2 F}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 F}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 F}{\partial z^2} = 0,$$

les fonctions périodiques les plus simples, après les fonctions périodiques holomorphes, sont celles qui admettent une infinité de pôles distribués régulièrement dans l'espace; le mot *pôle* étant employé ici dans le sens que nous lui avons donné précédemment (*Comptes rendus*, 5 février 1883 et *Acta mathematica*, t. IV). Ces fonctions périodiques se présentent dans la résolution de différentes questions de Physique mathématique, comme il résulte d'une remarque de Riemann [1], de plusieurs Notes présentées à

---

[1] *Schwere Electricität und Magnetismus,* bearbeitet von Hattendorff, p. 84.

l'Académie des Sciences par MM. Boussinesq [1], de Saint-Venant et Flamant [2] et Chervet [3]; ces applications, avec quelques autres que j'ai eu l'honneur d'indiquer dans une Note présentée à l'Académie le 28 janvier 1884, se trouvent résumées dans un Mémoire inséré au tome VIII des *Acta mathematica*.

» Je me suis proposé de développer ces fonctions en séries trigonométriques, qui se prêtent plus facilement au calcul numérique. Les développements obtenus (2) et (3) sont remarquables par leur analogie avec les développements des fonctions

$$\log \sin(x+yi)\sin(x-yi),\quad \log\theta(x+yi)\theta(x-yi)$$

en séries de cosinus des multiples de x ou de $\frac{\pi x}{\omega}$.

1. Soit d'abord

$$r_m = +\sqrt{(x-2m\alpha)^2+y^2+z^2},\qquad \rho_m = +\sqrt{4m^2\alpha^2};$$

la fonction définie par la série

$$\Theta_1(x,y,z;2\alpha) = \frac{1}{r_0} + \sum{}'\left(\frac{1}{r_m}-\frac{1}{\rho_m}\right),$$

où la sommation s'étend à toutes les valeurs entières positives et négatives de m, zéro excepté, satisfait à l'équation $\Delta\Theta_1 = 0$ et admet par rapport à x la période 2α; de plus, elle est paire en x. Pour tous les points de l'espace non situés sur l'axe Ox, on a

$$(1)\qquad \Theta_1(x,y,z;2\alpha) = \sum_{\nu=0}^{\nu=\infty} A_\nu \cos\frac{\nu\pi x}{\alpha},$$

où

$$A_0 = \frac{1}{\alpha}\log\frac{4\alpha}{\sqrt{y^2+z^2}} - \frac{C}{\alpha},\qquad A_\nu = \frac{1}{\alpha}\varphi\left(\frac{\pi\nu\sqrt{y^2+z^2}}{\alpha}\right),$$

C désignant la constante d'Euler 0,5772..., et $\varphi(\varepsilon)$ l'intégrale définie

$$\varphi(\varepsilon) = \int_0^\infty \frac{dt}{t} e^{-\frac{\varepsilon}{2}\left(t+\frac{1}{t}\right)}\qquad (\varepsilon > 0),$$

qui se rattache aux fonctions de Bessel.

---

(1) 3, 31 janvier; 30 mai 1870.

(2) 3, 10, 24 avril 1882; 12, 19 novembre 1883.

(3) 24 septembre 1883; 11 février 1884.

» 2. Faisons maintenant

$$r_{m,n} = +\sqrt{(x-2m\alpha)^2+(y-2n\beta)^2+z^2}, \qquad \rho_{m,n} = +\sqrt{4m^2\alpha^2+4n^2\beta^2},$$

$$\mathfrak{S}_2(x, y, z; 2\alpha, 2\beta) = \frac{1}{r_{0,0}} + \sum{}' \left(\frac{1}{r_{m,n}} - \frac{1}{\rho_{m,n}} - \frac{2\alpha m x + 2\beta n y}{\rho_{m,n}^3} \right),$$

la sommation étant étendue aux valeurs entières, positives, négatives et nulles de m et n, la combinaison $m = n = 0$ exceptée. Cette fonction $\mathfrak{S}_2$ est paire en x et y; elle admet par rapport à x la période 2α et par rapport à y la période 2β; enfin ses pôles sont tous situés dans le plan xOy. Pour toutes les valeurs positives de z, cette fonction est représentée par la série

$$(2) \quad \mathfrak{S}_2(x, y, z; 2\alpha, 2\beta) = -\frac{\pi z}{2\alpha\beta} + B_{0,0} + \frac{\pi}{\alpha\beta} \sum_{\mu, \nu} \frac{2 e^{-z(\mu, \nu)}}{(\mu, \nu)} \cos\frac{\mu\pi x}{\alpha} \cos\frac{\nu\pi y}{\beta},$$

dans laquelle (μ, ν) désigne l'expression $\pi\sqrt{\frac{\mu^2}{\alpha^2}+\frac{\nu^2}{\beta^2}}$. La quantité $B_{0,0}$ est une constante qui dépend de α et β, et la somme est étendue à toutes les valeurs, entières positives et nulles de μ et ν, la combinaison $\mu = \nu = 0$ exceptée; de plus, le coefficient 2 du terme général doit être remplacé par 1 quand l'un des entiers μ ou ν est nul.

» 3. Enfin, posons

$$r = +\sqrt{x^2+y^2+z^2},$$

$$R = +\sqrt{(x-2m\alpha)^2+(y-2n\beta)^2+(z-2p\gamma)^2},$$

$$\rho = +\sqrt{4m^2\alpha^2+4n^2\beta^2+4p^2\gamma^2}, \qquad \cos\varphi = \frac{2\alpha m x + 2\beta n y + 2\gamma p z}{r\rho},$$

$$Z(x, y, z; 2\alpha, 2\beta, 2\gamma) = \frac{1}{r} + \sum{}' \left[\frac{1}{R} - \frac{1}{\rho} - \frac{r}{\rho^2} P_1(\cos\varphi) - \frac{r^2}{\rho^3} P_2(\cos\varphi) \right],$$

où $P_1(\cos\varphi)$, $P_2(\cos\varphi)$ sont les deux premiers polynômes de Legendre et où la sommation est étendue à toutes les valeurs entières positives, négatives et nulles de m, n, p, la combinaison $m = n = p = 0$ exceptée. Cette fonction Z vérifie l'équation $\Delta Z = 0$, est paire par rapport à chacune des variables x, y, z et satisfait aux trois relations

$$Z(x+2\alpha, y, z) = Z(x, y, z) + A(x+\alpha),$$
$$Z(x, y+2\beta, z) = Z(x, y, z) + B'(y+\beta),$$
$$Z(x, y, z+2\gamma) = Z(x, y, z) + C''(z+\gamma),$$

A, B′, C″ désignant des constantes. Si donc on fait

$$\Psi(x, y, z) = Z(x, y, z;\ 2\alpha, 2\beta, 2\gamma) - \frac{A}{4\alpha}x^2 - \frac{B'}{4\beta}y^2 + \left(\frac{A}{4\alpha} + \frac{B'}{4\beta}\right)z^2,$$

la fonction Ψ vérifie l'équation $\Delta\Psi = 0$, est paire en x, y et z, et admet par rapport à x la période 2α et par rapport à y la période 2β. Pour toutes les valeurs de z comprises entre 0 et 2γ cette fonction est représentée par la série

$$(3)\quad \left\{ \begin{aligned} \Psi(x, y, z) &= -\frac{\pi z}{2\alpha\beta} + C_{0,0} \\ &\quad + \frac{\pi}{\alpha\beta}\sum_{\mu,\nu} \frac{2}{(\mu,\nu)} \frac{e^{(\gamma-z)(\mu,\nu)} + e^{-(\gamma-z)(\mu,\nu)}}{e^{\gamma(\mu,\nu)} - e^{-\gamma(\mu,\nu)}} \cos\frac{\mu\pi x}{\alpha} \cos\frac{\nu\pi y}{\beta}, \end{aligned} \right.$$

où (μ, ν) désigne la quantité $\pi\sqrt{\frac{\mu^2}{\alpha^2} + \frac{\nu^2}{\beta^2}}$, $C_{0,0}$ une constante, et où la sommation est faite suivant les mêmes conventions que dans le développement (2).

» La démonstration de ces formules fera l'objet d'un Mémoire qui paraîtra prochainement dans le *Journal de Mathématiques pures et appliquées*. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Nouveaux groupes de surfaces à deux dimensions dans les espaces à n dimensions.* Note de M. **Giovanni Bordiga**, présentée par M. Jordan.

« 1. Dans une Note que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie [1], j'ai donné la construction dans l'espace à six dimensions d'une surface de sixième ordre. Comme conclusion de cette Note, j'avais énoncé l'existence d'un groupe de surfaces $F_2^{\frac{m(m+1)}{2}}$ à deux dimensions situées dans l'espace R_{2m} à $2m$ dimensions.

» A ce groupe nous voulons maintenant en ajouter trois autres de surfaces, dont la construction est obtenue très facilement par les formes projectives.

2. Premier groupe. — L'espace fondamental sera l'espace R_{2m+1} à $2m+1$ dimensions.

» Soient maintenant m formes de deuxième degré $S_{2m-2}^{(1)}, S_{2m-2}^{(2)}, S_{2m-2}^{(3)}, \ldots,$

(1) *Comptes rendus*, t. CII, n° 13.

$S^{(m)}_{2m-2}$ et une autre forme de même degré σ_{2m-2}, et faisons correspondre projectivement chaque espace Σ_{2m-1} des premières formes à un espace K_{2m} de la dernière. Les éléments correspondants des formes se rencontrent en un point. En effet (1),

$$m(2m-1)+2m-m(2m+1)=0.$$

» Il s'ensuit que le point d'intersection des éléments correspondants engendre une surface F_2 à deux dimensions située dans l'espace fondamental.

» 3. Pour déterminer le degré de F, nous observerons que cette surface est unicursale et peut être représentée point par point sur un plan Q_2, pourvu que ce plan soit mis en correspondance projective collinéaire avec les formes S_{2m-2}. En effet, à chaque point de F_2 correspond un espace Σ_{2m-1} de S_{2m-2}, et à Σ_{2m-1} un point de Q_2 (ce point peut être aussi le point d'intersection de Σ_{2m-1} avec A_2, car dans R_{2m+1} un plan et un espace à $2m-1$ dimensions ont en général un point en commun, et *vice versa*).

» A chaque droite du plan Q_2 correspondra : 1° dans chaque forme S_{2m-2} un faisceau de premier ordre d'espaces Σ_{2m-1} situés dans l'espace Σ_{2m} correspondant à la droite; 2° dans la forme σ_{2m-2} un faisceau de premier ordre d'espaces K_{2m} soutenus par un espace à $2m-1$ dimensions de la forme σ_{2m-2}. Les $m+1$ faisceaux engendrent une courbe normale C^{m+1}. En effet, les m espaces Σ_{2m} se coupent suivant un espace R_{m+1} à $m+1$ dimensions (2); dans R_{m+1} les $m+1$ faisceaux déterminent $m+1$ faisceaux de premier ordre d'espaces à m dimensions, c'est-à-dire une courbe normale C^{m+1}. Donc *à chaque droite de* Q_2 *correspond une courbe normale de l'ordre* $m+1$ *située sur la surface* F_2.

4. La section ordinaire D de la surface F_2, déterminée par un espace quelconque R_{2m} de l'espace fondamental ne peut rencontrer une courbe C^{m+1} en plus de $m+1$ points. La courbe pleine correspondant à la courbe D de F_2 ne pourra donc avoir plus de $m+1$ points communs avec chaque droite du plan représentatif, c'est-à-dire sera une courbe γ^{m+1}. Comme un espace R_{2m} est déterminé par $2m+1$ points pris arbitrairement sur F_2, ainsi γ^{m+1} doit être déterminée par $2m+1$ points du plan Q_2.

(1) Dans l'espace fondamental R_n, m espaces $\Sigma_a^{(1)}$, $\Sigma_b^{(2)}$, $\Sigma_c^{(3)}$, Σ_k^{m}, ... se rencontrent suivant un espace à $[a+b+c+\ldots+k-(m-1)n]$ d'inversions.

(2) $m.2m-(m-1)(2m+1)=m+1$.

Cela veut dire que sur le plan Q_2 se trouvent

$$\frac{(m+1)(m+4)}{2} - (2m+1) = \frac{m(m+1)}{2} + 1$$

points fondamentaux, à chacun desquels correspondra une droite de la surface.

» Au dehors des points principaux, deux courbes γ^{m+1} ont encore

$$(m+1)^2 - \frac{m(m+1)}{2} - 1 = \frac{m(m+3)}{2}$$

points communs.

» Nous pouvons donc établir : *La surface* F_2 *est de l'ordre* $\frac{m(m+3)}{2}$ *et contient* $\frac{m(m+1)}{2}+1$ *droites.*

» 4. *Cas particuliers :* $(m = 1, R_3)$. — On obtient la représentation sur le plan des surfaces du second ordre.

» $(m = 2, R_5)$: *Surface du cinquième ordre* F_2^5. — Le plan représentatif aura quatre points fondamentaux $A_0^{(1)}, A_0^{(2)}, A_0^{(3)}, A_0^{(4)}$. A chaque droite du plan correspond une courbe du troisième ordre; si la droite passe par A_0, la courbe correspondante est une conique; si la droite contient deux points principaux, sa correspondante sera une droite.

» A chaque conique qui passe par les quatre points principaux correspond une conique de F_2^5. Donc :

» F_2^5 *possède dix droites; par chaque point de la surface passent cinq coniques,* etc.

» $(m = 3, R_7)$: *Surface* F_2^9 *du neuvième ordre.* — Le plan représentatif aura sept points principaux A_0. Une droite A_0A_0 représentera une conique de F_2^9. Donc :

» *La surface* F_2^9 *possède sept droites, vingt et une coniques,* etc.

» 5. Deuxième groupe. — L'espace fondamental sera encore l'espace R_{2m+1} à $2m+1$ dimensions.

» Les formes du deuxième degré seront, comme dans le premier groupe de surfaces, S_{2m-2} et σ_{2m-2}, mais il y en aura $m-1$ des premières et trois des autres. Ainsi, à chaque point du plan représentatif correspondront $m-1$ espaces Σ_{2m-1} des premières formes et trois espaces K_{2m} des deuxièmes. Tous ces espaces se rencontrent en un point; en effet,

$$(m-1)(2m-1) + 3.2m - (m-1)(m+1) = 0.$$

» Il s'ensuit que les $m+2$ formes S_{2m-2} et σ_{2m-2} engendrent une surface

à deux dimensions F_2, dont les propriétés seront déduites par le même procédé que nous avons suivi ci-dessus.

» A chaque droite du plan Q_2 correspond une courbe normale C^{m+2} de la surface. A chaque section ordinaire de la surface déterminée par un espace R_{2m} correspond, dans le plan, une courbe γ^{m+2}.

» Sur le plan, il y a $\frac{(m+2)(m+5)}{2} - (2m+1) = \frac{m(m+3)}{2} + 4$ points principaux; deux courbes γ^{m+2} auront en commun les points principaux et $(m+2)^2 - \frac{m(m+3)}{2} - 4 = \frac{m(m+5)}{2}$ points, c'est-à-dire :

» *La surface* F_2 *est de l'ordre* $\frac{m(m+5)}{2}$ *et contient* $\frac{m(m+3)}{2} + 4$ droites.

» 6. *Cas particuliers* : $(m=1, R_3)$: *Surface cubique générale de l'espace ordinaire;* $(m=2, R_5)$: *Surface du septième ordre avec neuf droites.* — Elle a été déjà considérée par M. Cremona ([1]). Cette surface possède aussi trente-six coniques, et une courbe gauche du troisième ordre représentée par la courbe du troisième ordre déterminée par les neuf points principaux.

» $(m=3, R_7)$: *Surface du douzième ordre* avec treize droites, soixante-dix-huit courbes gauches de troisième ordre, etc.

» 7. Troisième groupe. — L'espace fondamental sera l'espace R_{2m} à $2m$ dimensions. Les formes du deuxième degré qui engendrent la surface F_2 seront $\sigma^{(1)}_{2m-3}$, $\sigma^{(2)}_{2m-3}$ et $S^{(1)}_{2m-3}$, $S^{(2)}_{2m-3}$, $S^{(3)}_{2m-3}$, ..., $S^{(m-1)}_{m-3}$. Les éléments des premières formes seront les espaces K_{2m-1}, et ceux des autres seront les espaces Σ_{2m-2}. Tous les éléments correspondants se rencontrent en un point, car $2(2m-1)+(m-1)(2m-2)-m.2m=0$.

» A chaque droite du plan représentatif correspond une courbe C^{m+1} de la surface. Chaque section ordinaire de la surface sera représentée par une courbe γ^{m+1} du plan. Sur le plan, il y aura

$$\frac{(m+1)(m+4)}{2} - 2m = \frac{m(m+1)}{2} + 2 \text{ points principaux.}$$

Deux courbes γ^{m+1} du plan se rencontrent dans les points principaux et en $(m+1)^2 - \frac{m(m+1)}{2} - 2 = \frac{m(m+3)}{2} - 1$ autres points. Donc :

» *Les surfaces de ce groupe seront de l'ordre* $\frac{m(m+3)}{2} - 1$ *et contiendront* $\frac{m(m+1)}{2} + 2$ droites.

([1]) Cremona, *Math. Annalen,* Bd. IV, p. 213. M. Cremona n'a pas eu recours à la Géométrie à *n* dimensions.

» 8. *Cas particuliers :* ($m = 2$, R_4) : *Surface du quatrième ordre* F_2^4. — Le plan représentatif aura cinq points principaux A_0. Aux droites A_0A_0 et à la conique déterminée par tous les points A_0 correspondent des droites sur F_2^4. Ainsi F_2^4 *contient seize droites*. La projection de F_2^4, par un point sur un espace à trois dimensions, est la surface générale du quatrième ordre, avec seize droites.

» ($m = 3$, R_6) : *Surface du troisième ordre* F_2^8. — Cette surface contient huit droites, vingt-huit coniques, etc.

» 9. Toutes les surfaces des trois groupes considérés peuvent être projetées dans l'espace ordinaire et donnent lieu à bien des cas particuliers selon la position de l'espace-centre de projection; on aura d'autres cas particuliers en étudiant la décomposition des surfaces mêmes en surfaces d'ordre inférieur. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Observations sur une Note de M.* Ledieu, *relative à des considérations sur le roulis;* par M. DE BUSSY.

« Je demande à l'Académie la permission de lui présenter quelques observations en réponse aux critiques portées, dans la séance du 15 mars dernier ([1]), contre les conclusions de mon Mémoire sur le roulis des navires, insérées dans le *Compte rendu* de la séance du 4 janvier ([2]).

» Il importe, avant tout, de rectifier une citation que la Note du 15 mars, à laquelle je fais allusion, emprunte à mon *résumé*, mais en l'altérant.

» L'auteur me prête l'assertion que, dans la différentiation, on peut « considérer comme constante, sans erreur *sensible*, la quantité que j'ai » appelée ε. » J'ai dit seulement qu'on peut admettre cette constance sans erreur *notable*, ce qui est bien différent, surtout dans la question pratique qui est en jeu, et je vais montrer qu'il en est réellement ainsi.

» L'équation que l'auteur de la Note du 15 mars regarde comme « incorrecte » est la suivante :

$$\frac{d\theta}{dt} = -\eta\left(\frac{K^2+\varepsilon^2}{K}\right)\sin Kt.$$

([1]) *Considérations sur le roulis à propos d'une Communication récente de M. de Bussy.* Note de M. A. Ledieu.

([2]) *Détermination du mouvement angulaire que prend un navire sur une houle de grandeur et de vitesse données.*

» Elle se déduit de l'équation

$$\theta = \eta\left(\cos \mathrm{K}t + \frac{\varepsilon}{\mathrm{K}}\sin \mathrm{K}t\right),$$

en considérant, dans la différentiation, ε comme constant. Si on la différentie en y regardant au contraire ε comme étant une variable fonction du temps (ce que je n'ai jamais mis en doute), on arrive, en tenant compte de ce que $\varepsilon = -\frac{\eta'}{\eta}$ (ce qui résulte des expériences de MM. Risbec et de Benazé, et d'ailleurs est admis dans la Note du 15 mars) [1], à une valeur de $\frac{d\theta}{dt}$ égale à $-\eta\left(\frac{\mathrm{K}^2 + \varepsilon^2 + \frac{d\varepsilon}{dt}}{\mathrm{K}}\right)\sin \mathrm{K}t$, qui diffère de celle que j'ai adoptée par la présence du terme $-\eta\frac{\sin \mathrm{K}t}{\mathrm{K}}\frac{d\varepsilon}{dt}$. Or je dis que ce terme est négligeable pratiquement, c'est-à-dire *sans erreur notable*, par rapport à

$$-\eta\left(\frac{\mathrm{K}^2+\varepsilon^2}{\mathrm{K}}\right)\sin \mathrm{K}t.$$

Pour s'en convaincre, il suffit de tracer la courbe qui a comme abscisses les valeurs de t et pour ordonnées celles de ε, et de mesurer les inclinaisons de ses tangentes. On obtient ainsi graphiquement la valeur de $\frac{d\varepsilon}{dt}$ en un point quelconque ayant t pour abscisse.

» J'ai fait ce tracé, pour les valeurs de θ comprises entre 0° et 30°, et pour les deux types qui forment les limites *extrêmes* de la série de navires

---

(1) Conformément à une observation fondée de l'auteur des *Considérations sur le roulis*, puisque $\varepsilon = -\frac{\eta'}{\eta}$, c'est l'équation $\eta = \eta_0 e^{-\int \varepsilon dt}$ qui représente exactement la loi d'extinction du mouvement oscillatoire, et non l'équation $\eta = \eta_0 e^{-\varepsilon t}$. Il n'y a pas à se préoccuper de la différence qui existe entre ces deux équations au point de vue de l'influence qu'elle pourrait avoir sur la valeur des résultats obtenus à l'aide de ma méthode de détermination des positions angulaires du navire. En effet, d'une part, on arrive à l'expression que je trouve pour la vitesse angulaire, en faisant η égal à $\eta_0 e^{-\int \varepsilon dt}$, ce qui implique la relation $\varepsilon = -\frac{\eta'}{\eta}$ dont je me sers; d'autre part, dans le cours des opérations que nécessite ma méthode, j'ai recours, pour déterminer l'amplitude de l'oscillation à un moment donné, non à l'équation $\eta = \eta_0 e^{-\varepsilon t}$, mais à celle que les expériences de MM. Risbec et de Benazé leur ont fait reconnaître comme représentant la loi d'extinction du mouvement oscillatoire : $\eta + 1 = (\eta_0 + 1)a^{-\frac{\alpha t}{\mathrm{T}}}$.

expérimentée par MM. Risbec et de Benazé, savoir l'*Elorn* de 120 tonneaux de déplacement, et la frégate *l'Eurydice*, de 1246 tonneaux.

» Pour le cas de l'*Elorn*, la valeur maximum $\frac{d\varepsilon}{dt}$ est égale à 0,0032, celle de $\varepsilon + K^2$ étant toujours supérieure à 1,81 (valeur constante de K^2). L'erreur que l'on commet en considérant ε comme constant dans la différentiation de l'équation $\theta = \eta\left(\cos Kt + \frac{\varepsilon}{K}\sin Kt\right)$, et par suite en prenant pour valeur de $\frac{d\theta}{dt}$, $-\eta\left(\frac{\varepsilon^2 + K^2}{K}\right)\sin Kt$, est donc moindre que les $\frac{176}{100000}$ de la valeur réelle. Dans le cas de l'*Eurydice*, la valeur maximum de $\frac{d\varepsilon}{dt}$ est égale à 0,0000826, celle de $\varepsilon^2 + K^2$ étant toujours supérieure à 0,616 (valeur constante de K^2). L'erreur que l'on commet en considérant ε comme constant dans la recherche de la vitesse angulaire est alors moindre que les $\frac{134}{1000000}$ de la valeur réelle.

» Ces deux exemples extrêmes justifient donc complètement mon assertion.

» J'arrive à la conclusion de la Note du 15 mars, que M. Ledieu termine en disant « que la question générale qu'il vient d'esquisser n'a » qu'une portée pratique secondaire », à cause des hypothèses respectives qu'implique la mise en équation du problème, notamment celle de « la » constance de la distance du métacentre au centre de gravité ». Dans ces derniers mots, le savant auteur n'a pu avoir en vue que la « constance de » la durée de l'oscillation », que supposent en effet mes calculs. Or le cas où cette durée est constante est le plus important qu'il y eût à étudier, car c'est celui qui pourrait donner lieu aux conséquences les plus graves, par suite de l'éventualité d'un synchronisme entre les oscillations du navire et celles de la houle. Si donc la sécurité se trouve établie dans cette hypothèse extrême, elle le sera *a fortiori* dans toute autre condition *moins défavorable*.

» Quant à l'influence que le mouvement des machines peut avoir sur les oscillations du navire, elle me semble absolument négligeable, vu le peu de durée de la période du mouvement des machines actuelles comparativement à celle de l'oscillation. J'ajoute que le roulis réel d'un navire est moindre que celui qu'on calcule en prenant pour la pente effective de la lame celle de la surface externe de la houle (ce à quoi on est conduit quand on considère la largeur et la profondeur du navire comme infiniment petites par rapport à la longueur de la houle), et qu'ainsi mes for-

mules donnent encore ici un *a fortiori* au point de vue de la sécurité, loin de mériter le reproche que M. Ledieu leur adresse, sous ce rapport, à la fin de sa Note. »

PHYSIQUE. — *Sur les vapeurs émises par un mélange de substances volatiles.* Note de M. P. **Duhem**, présentée par M. Debray.

« M. G. Kirchhoff a montré que la chaleur de dilution d'une solution saline pouvait être calculée lorsqu'on connaissait la loi des tensions de la vapeur d'eau émise par cette dissolution. M. Moutier a cherché à étendre des considérations analogues aux mélanges formés de deux substances volatiles. L'emploi de méthodes empruntées à la théorie du potentiel thermodynamique permet l'étude complète des propriétés de semblables mélanges. Nous nous contenterons de résumer ici les résultats de cette étude.

» 1. Les équations d'équilibre données par la Thermodynamique permettent de démontrer la proposition suivante : *La pression partielle de la vapeur émise par chacun des deux liquides mélangés est inférieure à la tension de vapeur saturée du même liquide, pris à l'état de pureté*. Ce résultat s'accorde parfaitement avec les expériences de Regnault.

» L'addition au mélange d'un poids dm_A de l'un des deux corps A qui le composent dégage une quantité de chaleur $L_A dm_A$. Soient

p_A la pression partielle de la vapeur du corps A;
P_A la tension de vapeur saturée du même corps pris à l'état de pureté;
ϖ_A le poids moléculaire du corps A;
R la constante des lois de Mariotte et de Gay-Lussac;
T la température absolue;
A l'équivalent calorifique du travail.

» On a

$$L_A = A \frac{R}{\varpi_A} T^2 \frac{d}{dT} \log \frac{p_A}{P_A}. \tag{1}$$

Cette formule est identique à celle que M. Kirchhoff a démontrée dans le cas où le mélange renferme un seul corps volatil.

» 2. Regnault a observé que les mélanges d'éther et d'eau, qui renferment un volume d'éther au moins égal à la moitié de leur propre volume, émet-

taient une vapeur mixte dont la tension était, à chaque température, précisément égale à la tension de vapeur saturée de l'éther pur. La Thermodynamique permet de déduire de cette observation plusieurs conséquences intéressantes.

» En premier lieu, le fait observé par Regnault entraîne la loi suivante : *La vapeur mixte émise par le mélange liquide a exactement la même composition que ce mélange.*

» En second lieu, l'application de la formule (1) montre : 1° que l'addition d'un certain poids d'éther au mélange ne met en jeu aucune quantité de chaleur; 2° que l'addition d'un certain poids d'eau dm_A met en jeu une quantité de chaleur $L_A\, dm_A$, que l'on peut calculer si l'on connaît, à toute température T, la tension P_A de la vapeur d'eau saturée, et la tension P_B de la vapeur d'éther saturée, par la formule

$$(2) \qquad L_A = A \frac{R}{\varpi_A} T^2 \frac{d}{dT} \log\left(\frac{P_B}{P_A}\right).$$

» Ces conséquences ne s'appliquent qu'autant que la quantité d'eau mélangée à l'éther est inférieure à celle pour laquelle le liquide commence à se séparer en deux couches ayant des compositions différentes. La Thermodynamique indique les modifications qu'il faut leur faire subir lorsque cette séparation a commencé à se produire.

» 3. M. Isambert a étudié les phénomènes présentés par des mélanges ainsi constitués : le composé solide C, formé par l'union d'une molécule du corps A avec k molécules du corps B, peut se dissocier en ces deux derniers corps qui forment, en partie un mélange gazeux, en partie un mélange liquide pouvant dissoudre une certaine quantité du corps C.

» Dans ce cas, la quantité de chaleur dégagée par l'addition au mélange liquide d'un certain poids, soit du corps A, soit du corps B, dégage une quantité de chaleur donnée par une formule analogue à la formule (1).

» L'addition au mélange non saturé du composé C d'un poids dm_c de ce corps dégage une quantité de chaleur $L_c\, dm_c$ donnée par la formule

$$(3) \qquad L_c = A \frac{R}{\varpi_A + k\varpi_B} T^2 \frac{d}{dT} \log\left(\frac{p_A p_B^k}{\Pi^{1+k}}\right),$$

Π étant la tension de dissociation du corps C, dans une enceinte préalablement vide et où les corps séparés demeurent gazeux.

» 4. M. Isambert a signalé des faits analogues à ceux que Regnault avait rencontrés dans l'étude des mélanges d'éther et d'eau. Le cyanhydrate

d'ammoniaque, dissous dans l'acide cyanhydrique, se dissocie; les vapeurs mixtes, formées d'acide cyanhydrique et de gaz ammoniac, ont exactement la même tension que les vapeurs de l'acide cyanhydrique pur. De cette observation, la Thermodynamique déduit les conséquences suivantes :

» Le rapport du poids d'acide cyanhydrique au poids de gaz ammoniac dans la vapeur mixte est égal au rapport du poids d'acide cyanhydrique *libre ou combiné* au poids d'ammoniaque *libre ou combinée* dans le mélange liquide.

» L'addition au mélange d'un certain poids d'acide cyanhydrique liquide ne met en jeu aucune quantité de chaleur.

» Si l'ammoniaque était liquide sous des pressions voisines de celle que supporte le système, l'addition d'un certain poids d'ammoniaque liquide mettrait en jeu une quantité de chaleur que l'on pourrait calculer au moyen des Tables de tensions de vapeur saturée de l'acide cyanhydrique et de l'ammoniaque par une formule analogue à la formule (2).

» L'addition d'un certain poids dm_c de cyanhydrate d'ammoniaque solide ou liquide non saturé de ce sel dégage une quantité de chaleur $L_c\,dm_c$ que l'on peut calculer si l'on connaît la tension P_B de la vapeur saturée de l'acide cyanhydrique et la tension de dissociation Π par la formule

$$(4)\qquad L_c = A\frac{R}{\varpi_A + k\varpi_B}T^2\frac{d}{dT}\log\frac{P_B^{1+k}}{\Pi^{1+k}}.$$

» Dans le cas actuel, $k=1$, et la formule devient

$$(5)\qquad L_c = \frac{2AR}{\varpi_A + \varpi_B}T^2\frac{d}{dT}\log\frac{P_B}{\Pi}. \quad »$$

PHYSIQUE. — *Dynamique de la molécule d'eau. — Vitesse de propagation du son; compressibilité, chaleur de fusion de la glace, chaleur spécifique.* Note de M. **M. Langlois**, présentée par M. Cornu.

« *Vitesse de propagation du son.* — Je déterminerai cette vitesse à la température de 8° à laquelle Colladon et Sturm ont opéré sur le lac de Genève. Soient v la vitesse de translation atomique de la vapeur saturée à 8° sous la pression $8^{mm},017$; v' cette vitesse après la liquéfaction.

» Comme je l'ai dit dans ma dernière Communication à l'Académie,

on a

$$\frac{v'^2}{v^2} = L\frac{R^3}{r^3}$$

(R rayon de la molécule gazeuse, r de la molécule liquide).

» La vitesse de propagation du son étant égale à $\frac{v'}{\pi}$, il vient

$$\frac{v'^2}{\pi^2} = \frac{v^2}{\pi^2} L \frac{R^3}{r^3}. \tag{1}$$

Or, d'après mon théorème fondamental,

$$\frac{v^2}{2g} = \frac{2V\pi p g}{9},$$

V étant le volume occupé par 1^{kg} de vapeur saturée à 8°.

» L'équation (1) devient alors

$$\frac{v'}{\pi} = \frac{2g}{3\pi}\sqrt{V\pi p L \frac{V}{1,0607 V'}}, \qquad \frac{v'}{\pi} = 1447,8 \qquad \text{(trouvé: 1435)},$$

V étant le volume occupé par 1^{kg} d'eau à 8°.

» J'examinerai ultérieurement les causes de cette différence.

» *Compressibilité de l'eau.* — Soit P la pression sur la surface moléculaire, pression équivalente à l'attraction intérieure qui se manifeste à l'état liquide. Comme je l'avais fait remarquer antérieurement à la solution de cette question, quand j'avais à étudier les divers modes du groupement des molécules, les molécules d'eau sont dans une couche horizontale tangentes, chacune à trois d'une couche inférieure ou supérieure et à deux d'une ligne voisine de la même couche.

» Le plan des aires est dans ce cas un plan horizontal.

» Dans chaque couche horizontale le centre d'une molécule tangente à deux d'une ligne voisine dans la même couche est soumis à une attraction $\varphi = \frac{\pi\rho^2\sqrt{3}}{4} Pg$.

» Cette attraction est celle qui provient de deux molécules voisines et *au contact* dans la même couche. Elle équivaut à une pression $\frac{\pi\rho^2\sqrt{3}Pg}{4}$ qui serait exercée sur l'hémisphère en contact par un plan tangent.

» Dans ces conditions, il est aisé de comprendre que les choses se passent pour la molécule *élastique* comme si l'on exerçait sur sa surface une

pression

$$\frac{\sqrt{3}P}{4} + P = P' = 1,433P.$$

» Or μ, coefficient de compressibilité, est égal à $\frac{1}{P'}$.

» De plus, d'après ce que j'ai dit dans ma dernière Communication, on a

$$\frac{mv'^2}{mv^2} = \frac{r^3 P}{R^3 p} = L\frac{R^3}{r^3}.$$

» A 0° p est égal en fonction de la pression atmosphérique à $\frac{4,6}{760} = \frac{1}{165,2}$ et $L\frac{R^3}{r^3}$ égal à 12,15.

$$P = 12,15\frac{R^3}{r^3}p$$

et, par suite,

$$\mu = \frac{r^3}{1,1433 \times 12,15 \times R^3 p} = 0,00005018$$

[trouvé : 0,0000504 (Grassi)].

» *Chaleur de fusion de la glace.* — Soient r le rayon de la molécule solide à 0°, r' celui de la molécule liquide, P, P' les pressions équivalentes aux attractions du centre sur la surface moléculaire. Je prends la moyenne de la pression *superficielle* qui remplacerait les forces intérieures et celles qui proviennent de l'attraction moléculaire *au contact*

$$(1) \qquad 4,866\pi\frac{(r^2P + r'^2P')}{2}g,$$

et je détermine le travail effectué par cette force quand le rayon r devient r'. (Je prends cette moyenne, la variation étant très faible.)

» Le terme supplémentaire $0,866\pi\frac{(r^2P + r'^2P')}{2}g$ provient de l'attraction moléculaire $\varphi = \frac{\pi r^2 P g\sqrt{3}}{4}$ que je remplace par une pression 2φ exercée sur deux plans parallèles tangents aux deux hémisphères moléculaires et pressant sur eux.

» La densité de la glace à 0° étant 0,9185, si les molécules avaient le même volume que celles de l'eau, on aurait pour densité 0,942. (Dans la glace, le groupement moléculaire est le même que dans le gaz.)

» On a donc

$$\frac{r'^3}{r^3} = \frac{0,942}{0,9185} = 1,0255, \qquad \text{d'où} \qquad r'^2 = 1,0169r^2.$$

» Quant à P et P', on les détermine au moyen de la formule générale

$$P = L\frac{R^3}{r^3}\frac{R^3}{r^3}p, \qquad P' = L\frac{R^3}{r'^3}\frac{R^3}{r'^3}p,$$

p étant la tension maxima de la vapeur à 0°, R le rayon moléculaire gazeux.

» Tous calculs effectués, on trouve

$$P = 13903^{\text{atm}}, \qquad P' = 14292^{\text{atm}}.$$

» Remplaçant les lettres par leurs valeurs dans l'équation (1) et simplifiant, il vient pour équation du travail pendant la variation

$$\mathfrak{T} = \int_{r'}^{r} 4,866\pi r^2 \times 14217 \times \ 0333\, g\, \delta z$$

et pour 1^{kg} de glace

$$\Sigma\mathfrak{T} = 4,866 \times 0,0255\,\frac{V\pi}{2\times 9}\,14217 \times 10333\, g,$$

dont l'équivalent calorifique

$$\frac{\Sigma\mathfrak{T}}{425} = 79^{\text{Cal}},89$$

(trouvé : 80^{Cal}, y compris la chaleur de ramollissement de la glace à partir de $-2°$.)

» *Chaleur spécifique de la glace.* — On voit immédiatement, d'après le paragraphe précédent, qu'elle doit être égale à

$$\frac{1}{425}\,4,864\,\frac{V\pi}{2\times 9} \times 14292 \times 10333\, g\alpha,$$

α étant le coefficient de dilatation, 0,0001588, déduit du coefficient linéaire trouvé par Plücker, Geissler et d'autres.

» Tous calculs effectués, on trouve

0,504 (trouvé : 0,504). »

PHYSIQUE. — *Étude calorimétrique du fer aux températures élevées.* Note de M. **Pionchon**, présentée par M. Debray.

« Le fer éprouve, dans le voisinage de 700°, une modification caractérisée, comme le sont en général les changements d'état, par une absorption de chaleur extraordinairement rapide dans un intervalle de températures peu considérable. Ce phénomène, dont je me suis borné, dans une

Communication précédente [1], à signaler l'existence, mérite d'être examiné avec quelque détail.

» Le fer sur lequel je l'ai observé en premier lieu est connu dans le commerce sous le nom de *fer doux du Berry*. Il est d'excellente qualité; l'analyse n'y a décelé que des traces de carbone et de silicium. D'ailleurs, il ne présente, lorsqu'on le chauffe et qu'on le refroidit ensuite brusquement, aucun phénomène de trempe.

» Pour des valeurs de t comprises entre 0° et 660°, la quantité de chaleur q_0^t exigée par l'échauffement de 1^{gr} de ce métal suit une marche représentée assez bien, comme l'indique le Tableau suivant, par la formule

$$(\alpha) \qquad q_0^t = 0,11012t + 0,00002533333t^2 + 0,0000000546664t^3.$$

t.	q_0^t observé.	q_0^t calculé.	Différence.	Rapport de la différence à la moyenne.
°	c	c		
98,3	11,11	11,12	−0,01	$\frac{1}{1112}$
336,4	42,01	41,99	+0,02	$\frac{1}{2099}$
471,9	63,49	63,35	+0,14	$\frac{1}{452}$
535,6	74,69	74,65	+0,04	$\frac{1}{1866}$
636,0	94,40	94,45	−0,05	$\frac{1}{1881}$
655,3	98,57	98,42	+0,15	$\frac{1}{656}$

» Entre 660° et 723° l'accroissement de q_0^t est beaucoup plus rapide. Cette quantité est alors représentée par la nouvelle formule

$$(\beta) \qquad q_0^t = 0,57803t - 0,001435987t^2 + 0,000001195000t^3.$$

t.	q_0^t observé.	q_0^t calculé.	Différence.	Rapport de la différence à la moyenne.
°	c	c		
666,7	101,3	101,2	+0,1	$\frac{1}{1012}$
684,3	106,14	106,04	+0,1	$\frac{1}{1060}$
698,7	110,4	110,4	0,0	»
710,7	114,4	114,4	0,0	»

» Ainsi, de 666°,7 à 710°,7, dans un intervalle de températures de 44°, q_0^t éprouve un accroissement ($13^{cm},2$) qui, au-dessous de 660°, aurait exigé pour se produire une variation de température de 80° ou 100°. Si la variation de q_0^t continuait, au delà de 660°, à être représentée par la for-

[1] *Comptes rendus* du 22 mars 1886.

mule (α), on aurait $q_0^{723} = 113,5$, tandis que l'expérience donne $q_0^{723} = 118,8$. La différence $5^{cm},3$ peut être prise pour la chaleur latente correspondant au changement d'état.

» De 723° à 1000°, les quantités de chaleur suivent une marche très sensiblement linéaire. Elles sont représentées par la formule

$$(\gamma) \qquad q_0^t = 0,218t - 39.$$

	q_0^t			Rapport
t.	observé.	calculé.	Différence.	de la différence à la moyenne.
°	c	c		
730,3	119,95	120,2	−0,25	$\frac{1}{480}$
785,5	132,16	132,24	−0,08	$\frac{1}{1653}$
832,0	142,51	142,37	+0,14	$\frac{1}{1016}$
954,5	169,20	169,08	+0,12	$\frac{1}{1409}$
1006,0	180,34	180,31	+0,03	»

» On peut faire la remarque que la chaleur spécifique (0,218) du fer dans ce dernier intervalle de températures est à peu près le double de la chaleur spécifique au voisinage de 0°, et que, si l'on voulait avoir la valeur 6 pour la chaleur atomique du métal en cet état, il faudrait prendre pour poids atomique le nombre 28 ($0,218 \times 28 = 6,104$), tandis qu'on est conduit à prendre 56 quand on fait usage, pour la détermination du poids atomique, de la chaleur spécifique à la température ordinaire.

» En effectuant sur le cuivre des mesures exactement dans les mêmes conditions que sur le fer, j'ai constaté que la marche des quantités de chaleur ne présentait aucun changement d'allure dans cet intervalle de 660° à 723°, qui paraissait être pour le fer un intervalle critique. Le phénomène observé sur ce dernier métal ne tenait donc pas à quelque erreur d'expérience. L'existence d'un changement d'état devait, par suite, être admise; mais on pouvait se demander si cette modification affectait la substance même du métal ou uniquement sa structure. Pour avoir une matière qui pût être considérée comme du fer pur, indépendamment de toute structure particulière, j'ai réduit par l'hydrogène, à la température du rouge vif, du sesquioxyde de fer pur. On obtient ainsi une mousse de fer tout à fait analogue comme consistance à la mousse de platine et d'un beau gris blanc. En prenant des précautions minutieuses pour dessécher l'hydrogène et pour éliminer l'eau produite dans la réduction, on parvient à l'avoir tout à fait exempte d'oxyde de fer. D'ailleurs, cette mousse ne retient pas la moindre trace d'hydrogène. On peut voir par le Tableau sui-

vant qu'elle a donné des résultats identiques à ceux du fer du commerce :

t.	q_0^t fer en mousse.	q_0^t fer du Berry.		Différence.	Rapport de la différence à la moyenne.
585°,3..........	84°,01	84°,09	formule (α)	− 0,08	$\frac{1}{1051}$
617,3..........	90,40	90,33		+ 0,07	$\frac{1}{1290}$
676,5..........	103,81	103,83	formule (β)	− 0,02	$\frac{1}{5191}$
706,9..........	113,27	113,16		+ 0,11	$\frac{1}{1028}$
754,7..........	125,52	125,52	formule (γ)	0,0	»
805............	136,20	136,49		− 0,19	$\frac{1}{470}$

» Le fait d'un changement d'état du fer, étant ainsi bien établi, devient le point de départ d'une série de recherches intéressantes touchant l'influence que peut avoir ce changement d'état sur les différentes propriétés de ce corps. Je me propose, pour le moment, de suivre ce métal dans ses principaux composés et de faire particulièrement une étude calorimétrique des aciers, dont les propriétés sont si remarquables et dont la constitution est si imparfaitement connue. »

M. E. Becquerel fait remarquer, à l'occasion de la Note précédente, que le fer, dans les environs de 600°, présente un autre changement très remarquable dans ses propriétés physiques, puisque alors l'action attractive exercée sur lui par les aimants se trouve tout à coup considérablement diminuée.

Comme le nickel et le cobalt présentent, au point de vue magnétique, des effets du même ordre, mais à des températures différentes, le nickel vers 400° et le cobalt au rouge blanc, il serait très intéressant de rechercher si la capacité calorifique de ces métaux n'éprouve pas des changements analogues à celle du fer dans les environs de ces températures, par conséquent entre d'autres limites que celles où la capacité calorifique du fer manifeste une variation aussi grande.

ÉLECTRICITÉ. — *Conditions réalisant le maximum du travail utile dans une distribution électrique*. Note de M. Vaschy, présentée par M. Cornu.

« Calculons les intensités i_1, i_2, ... qui correspondent au maximum du travail utile W_u, dans le cas simple où les forces électromotrices E_1, E_2, ...

sont constantes. On a alors la condition

$$(3)\qquad \Sigma(\mathrm{E} - 2ri)\,di = 0.$$

» La loi de Kirchhoff, $\Sigma i = 0$, appliquée à un sommet A du réseau, peut s'écrire

$$\alpha_1 i_1 + \alpha_2 i_2 + \ldots + \alpha_N i_N = 0$$

ou, pour abréger, $\Sigma \alpha i = 0$, les coefficients α étant égaux à $+1$ ou à -1 pour les branches qui aboutissent en A, à 0 pour celles qui n'y aboutissent pas. Si n est le nombre des sommets A, B, ..., L, auxquels on doit appliquer cette formule, on aura n relations semblables

$$(4)\qquad \Sigma\alpha i = 0, \qquad \Sigma\beta i = 0, \qquad \ldots, \qquad \Sigma\lambda i = 0.$$

Il en résulte

$$(5)\qquad \Sigma\alpha\,di = 0, \qquad \Sigma\beta\,di = 0, \qquad \ldots, \qquad \Sigma\lambda\,di = 0.$$

Ajoutons, membre à membre, l'équation (3) et les équations (5) après avoir multiplié celles-ci respectivement par des coefficients indéterminés a, b, ..., l. Il vient

$$(6)\qquad \Sigma(\mathrm{E} - 2ri + a\alpha + b\beta + \ldots + l\lambda)\,di = 0.$$

» Cette condition doit être satisfaite, comme (3), quelles que soient les valeurs de di_1, di_2, ..., pourvu qu'elles vérifient les n relations (5). Or le système (5) donne les valeurs de n différentielles di en fonction des $(\mathrm{N} - n)$ autres, qui restent arbitraires. Si donc, dans l'équation (6), on dispose des n indéterminées a, b, ..., l, de manière à annuler les facteurs $(\mathrm{E} - 2ri + a\alpha + \ldots + l\lambda)$ de ces n différentielles dépendantes, les facteurs des $(\mathrm{N} - n)$ autres différentielles, lesquelles sont indépendantes, devront être aussi nuls séparément. On aura ainsi les N équations

$$(7)\qquad \left\{\begin{array}{l} \mathrm{E}_1 - 2r_1 i_1 + a\alpha_1 + b\beta_1 + \ldots + l\lambda_1 = 0, \\ \mathrm{E}_2 - 2r_2 i_2 + a\alpha_2 + b\beta_2 + \ldots + l\lambda_2 = 0, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ \mathrm{E}_N - 2r_N i_N + a\alpha_N + b\beta_N + \ldots + l\lambda_N = 0. \end{array}\right.$$

Tirons de ces N équations respectivement les valeurs de i_1, i_2, ..., i_N, et

portons-les dans les relations (4). Celles-ci deviennent alors

$$(8)\qquad \left\{\begin{array}{l}
\sum E\frac{\alpha}{r} + a\sum\frac{\alpha^2}{r} + b\sum\frac{\alpha\beta}{r} + \ldots + l\sum\frac{\alpha\lambda}{r} = 0,\\
\sum E\frac{\beta}{r} + a\sum\frac{\alpha\beta}{r} + b\sum\frac{\beta^2}{r} + \ldots + l\sum\frac{\beta\lambda}{r} = 0,\\
\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,\\
\sum E\frac{\lambda}{r} + a\sum\frac{\alpha\lambda}{r} + b\sum\frac{\beta\lambda}{r} + \ldots + l\sum\frac{\lambda^2}{r} = 0.
\end{array}\right.$$

Enfin, en éliminant les n coefficients $a, b, \ldots, l$ entre ces n équations (8) et la première des équations (7), on obtient

$$\begin{vmatrix}
E_1 - 2r_1 i_1 & \alpha_1 & \beta_1 & \ldots & \lambda_1\\
\sum E\frac{\alpha}{r} & \sum\frac{\alpha^2}{r} & \sum\frac{\alpha\beta}{r} & \ldots & \sum\frac{\alpha\lambda}{r}\\
\sum E\frac{\beta}{r} & \sum\frac{\alpha\beta}{r} & \sum\frac{\beta^2}{r} & \ldots & \sum\frac{\beta\lambda}{r}\\
\ldots\ldots & \ldots\ldots & \ldots\ldots & \ldots & \ldots\ldots\\
\sum E\frac{\lambda}{r} & \sum\frac{\alpha\lambda}{r} & \sum\frac{\beta\lambda}{r} & \ldots & \sum\frac{\lambda^2}{r}
\end{vmatrix} = 0, \qquad \text{d'où} \qquad \Delta_1 - 2r_1 i_1 \Delta = 0,$$

en désignant par Δ_1 le déterminant ci-dessus, dans lequel on supprimerait le terme $(-2r_1 i_1)$, et par Δ le déterminant mineur obtenu en supprimant la première ligne et la première colonne.

» On a donc la valeur de l'intensité i_1 en fonction des données du problème. On déterminerait de même $i_2, i_3, \ldots$.

» La connaissance des valeurs de $i_1, i_2, \ldots$ permettra de déterminer les valeurs à donner aux résistances $R_1, R_2, \ldots$ pour réaliser le maximum d'énergie utilisée, dans le cas où ces résistances sont, par exemple, celles de lampes à intercaler dans les diverses branches du réseau. Nous avons vu que la chute de potentiel utilisée E' dans chaque branche doit être la moitié de la force électromotrice E. En particulier, dans la branche 1, $E'_1 = \frac{E_1}{2}$, et, comme on a

$$E'_1 = R_1 i_1, \qquad \text{il en résulte} \qquad R_1 = \frac{E_1 r_1}{\Delta_1}\Delta, \qquad \ldots.$$

» Toutefois, outre le système des valeurs de $R_1, R_2, \ldots$ que l'on trouve ainsi, le problème comporte une infinité d'autres solutions. En effet, l'addition d'une même force électromotrice arbitraire e sur toute branche aboutissant à un même sommet A ou B, ... du réseau ne change en rien,

comme on le sait, la distribution des intensités ni, par suite, la somme totale d'énergie utile. On pourra donc poser

$$E' = \frac{E}{2} - e_\alpha, \qquad E' = \frac{E}{2} - e_\beta,$$

pour chaque branche aboutissant en A ou B, ... Les valeurs de R_1, R_2, ... seront modifiées en conséquence et contiendront autant de paramètres arbitraires e_α, e_β, ... qu'il y a de sommets A, B, ... Cette indétermination est très commode par la latitude qu'elle laisse dans les applications des formules précédentes.

» Enfin, on peut se proposer de calculer la valeur même du maximum du travail utile. On doit avoir

$$W_u = \tfrac{1}{2} W_m = \tfrac{1}{2} \Sigma E i.$$

Remplaçons, dans cette expression, les intensités i_1, i_2, ... par leurs valeurs tirées respectivement des équations (7). Il vient

$$W_u = \frac{1}{4} \sum \frac{E}{r} (E + a\alpha + \ldots + l\lambda)$$

ou

$$\left(\sum \frac{E^2}{r} - 4 W_u \right) + a \sum E \frac{\alpha}{r} + \ldots + l \sum E \frac{\lambda}{r} = 0.$$

L'élimination des n coefficients a, b, ..., l entre cette équation et les n équations (8) donne

$$\begin{vmatrix} \sum \frac{E^2}{r} - 4W_u & \sum E\frac{\alpha}{r} & \sum E\frac{\beta}{r} & \cdots & \sum E\frac{\lambda}{r} \\ \sum E\frac{\alpha}{r} & \sum \frac{\alpha^2}{r} & \sum \frac{\alpha\beta}{r} & \cdots & \sum \frac{\alpha\lambda}{r} \\ \sum E\frac{\beta}{r} & \sum \frac{\alpha\beta}{r} & \sum \frac{\beta^2}{r} & \cdots & \sum \frac{\beta\lambda}{r} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \sum E\frac{\lambda}{r} & \sum \frac{\alpha\lambda}{r} & \sum \frac{\beta\lambda}{r} & \cdots & \sum \frac{\lambda^2}{r} \end{vmatrix} = 0, \qquad \text{d'où} \qquad 4W_u = \frac{\Delta'}{\Delta},$$

Δ' représentant le déterminant ci-dessus dans lequel on aurait supprimé le terme $(-4W_u)$, et Δ le déterminant mineur obtenu, comme plus haut, en supprimant la première ligne et la première colonne.

» Les résultats précédents peuvent présenter quelque intérêt dans certains cas de distribution de force ou de lumière par des réseaux complexes. Dans leur généralité, ils paraissent devoir entraîner des calculs

assez longs. Ces calculs deviendraient même d'une complication excessive dans le cas où les forces électromotrices E, dans les diverses branches, seraient fonctions du courant; mais, pour la plupart des applications, ils se simplifieraient beaucoup, et, dans tous les cas, ils fournissent des indications sur la solution d'une série de problèmes qui pourront se poser dans la pratique. »

OPTIQUE. — *Sur la réfraction de l'air*. Note de MM. **J. Chappuis** et **Ch. Rivière**, présentée par M. Mascart.

« Nous avons étudié la réfraction de l'air atmosphérique par une méthode fondée sur l'emploi du réfractomètre interférentiel de Jamin et à l'aide d'un appareil dont il a été fait mention dans la séance du 12 mars 1883.

» Nous nous proposions de ponrsuivre cette étude jusqu'aux plus hautes pressions possibles, afin de comparer entre des limites très éloignées la variation de la réfraction à la variation du poids spécifique. N'ayant pas tardé à reconnaître que la sensibilité du manomètre métallique employé au début était tout à fait insuffisante pour de pareilles recherches, nous avons fait usage d'un manomètre à air libre, ce qui ne nous a permis d'atteindre, jusqu'à présent, qu'une pression de 19^{atm}; nous dépassons cependant ainsi notablement la pression de 8^{atm} où s'arrêtent les observations de M. Mascart, dont le grand travail sur les indices des gaz et des vapeurs est bien connu.

» Nos expériences, relatives à la température de 21°, se résument dans la formule suivante, où n désigne l'indice pour la raie D sous la pression p exprimée en mètres de mercure :

$$n - 1 = 0,0003554p(1 + 0,00058p),$$

avec une incertitude de $\pm 0,00003$ sur le second coefficient de p. Entre le nombre de franges calculé par cette formule et le nombre de franges observé, dix-sept observations sur vingt-sept donnent une différence inférieure à $\frac{1}{10}$ de frange; quatre, une différence de $\frac{1}{10}$, et six une différence de $\frac{2}{10}$; chaque nombre de franges, qui est d'environ une centaine, dépendant de deux lectures, on regardera sans doute comme suffisante la concordance de nos mesures.

» Notre formule donne, comme représentant l'indice pour la raie D

à 0° et sous la pression 0,76, le nombre

$$1,0002927,$$

identique à celui de M. Mascart et aussi rapproché qu'on pouvait le souhaiter de celui de M. Benoît.

» Les expériences de Regnault sur la compressibilité de l'air peuvent être représentées, dans les mêmes limites de pression, par la formule suivante, dans laquelle d représente le poids spécifique,

$$d = Ap(1 + 0,00084p).$$

» Mais ces expériences sont relatives à la température de 4° ou 5°, et nous ne connaissons pas d'observations précises, faites dans les mêmes limites de pression, à une température voisine de la nôtre ; un calcul fondé sur une formule proposée par M. van der Waals, pour représenter la compressibilité des gaz, nous a donné pour 21°

$$d = Ap(1 + 0,00065p).$$

» Si l'on tient compte de la petitesse des variations qu'il s'agit de mettre en évidence et de l'incertitude qui règne sur le coefficient 0,00065, calculé comme il vient d'être dit, on peut conclure de nos expériences sur l'air qu'à 21° et jusqu'à 19^{atm} il n'existe aucun écart sensible entre l'observation et l'une quelconque des formules qui ont été proposées pour représenter la relation qui, à une température déterminée, lie l'indice au poids spécifique d'un gaz. Cette conclusion est conforme à celle qu'a formulée M. Mascart comme conséquence d'expériences faites entre des limites moins étendues.

» Nous ferons connaître, dans une prochaine Note, les résultats que nous avons obtenus en étudiant des gaz plus facilement liquéfiables, et pour lesquels les variations de la réfraction et du poids spécifique sont beaucoup plus grandes. »

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Nouveaux faits à propos du « balancement des étoiles »*. Note de M. AUG. CHARPENTIER.

« La Note intéressante de M. de Parville sur le *balancement des étoiles* me décide à communiquer à l'Académie quelques faits nouveaux relativement à l'illusion que j'ai décrite, et qui consiste en un mouvement apparent d'un petit objet lumineux fixé par l'œil dans l'obscurité complète.

» Quoique je n'aie pas encore observé par moi-même le phénomène dont parle M. de Parville, je crois qu'il diffère du mien et qu'il se rapproche des oscillations inconscientes de l'œil, décrites par Hoppe (cité par Wundt, *Psychologie physiologique*) et que j'ai moi-même constatées quand le regard est resté immobile pendant un certain temps vers le même point de l'espace. Ces oscillations n'ont pas une grande amplitude, elles se succèdent assez rapidement dans divers sens, et l'on peut souvent constater soi-même, en opérant sur un seul petit objet et dans l'obscurité, que le regard se déplace légèrement en même temps que se produit le balancement apparent de l'objet. Ce phénomène paraît donc tenir surtout à la fatigue inégale des muscles de l'œil (ou plutôt de leur innervation).

» Mais l'illusion dont j'ai parlé moi-même a des caractères spéciaux : d'abord, elle n'est pas continue; en second lieu, elle consiste en un mouvement apparent d'étendue toujours considérable dans une même direction; la direction peut changer, mais seulement après un certain temps plus ou moins long; enfin, le regard ne quitte pas le point fixé, je l'ai constaté expérimentalement et, de plus, l'observateur en a pleine conscience.

» Il y a plus, c'est que *l'observateur peut faire volontairement subir à son regard de petits déplacements en divers sens autour de l'objet considéré, sans cesser de percevoir le mouvement continu de celui-ci dans la direction primitive.*

» Et même *l'illusion persiste dans la vision indirecte*, qu'on dirige fixement le regard vers une partie de l'espace située soit dans le sens même du mouvement, soit en sens inverse, soit dans toute autre direction.

» Le phénomène se produit le plus facilement après un travail cérébral prolongé, après un cours, une conversation assez longue, une discussion, etc. La volonté est alors très efficace sur son apparition.

» Autre fait qui montre bien la provenance purement centrale de cette illusion, c'est que plusieurs fois, étant en observation au-devant de ma petite surface lumineuse et ayant l'œil bien fixé à l'oculaire du tube faisant chambre obscure, je vis, au bruit soudain d'une porte fermée non loin de moi, *sans que je fusse prévenu*, l'objet se mouvoir tout d'un coup du côté même de ce bruit. Or, à supposer que le regard se fût déplacé, il se fût évidemment porté du même côté et, conséquemment, on aurait vu l'objet se déplacer *en sens inverse*. Il me semble évident que c'est l'idée de la direction du bruit qui a déterminé le phénomène.

» Enfin, on peut provoquer l'illusion, avec une direction déterminée, en agissant sur l'œil fermé qui ne sert pas à l'expérience. Par exemple, si l'on presse assez fort d'avant en arrière, avec le doigt, sur le muscle droit supé-

rieur de cet œil fermé, l'objet fixé par l'autre semble se mouvoir en haut; si l'on presse sur le droit inférieur, il y a déplacement apparent en bas; sur le droit externe, en dehors. La pression du côté interne seule ne donne rien (les mouvements apparents en dedans sont en général extrêmement rares).

» Un détail intéressant, c'est que le sens du mouvement apparent ainsi déterminé est indépendant de la position de la tête; celle-ci peut être inclinée de plus de 45° par rapport à la verticale, sans que la pression du droit inférieur de l'œil fermé provoque autre chose qu'un déplacement *vertical* en bas de l'objet fixé par l'autre œil.

» Je crois qu'on peut aller plus loin dans ces recherches et que, de même que le cœur et les vaisseaux répondent à toute excitation sensorielle par l'intermédiaire du cerveau, comme je l'ai montré avec mon très regretté ami Couty, de même la perception de mouvement qui trahit dans un œil immobile les variations de l'influx nerveux moteur est une réaction délicate qui peut répondre à de nombreux états de l'innervation centrale.

» Il n'est pas sans importance de noter que je n'ai jamais observé de déplacement apparent *suivant la profondeur*. L'objet paraît rester à la même distance de l'œil. »

CHIMIE. — *Sur la présence d'un nouvel élément dans la samarskite.* Note de M. **W. Crookes**, présentée par M. Lecoq de Boisbaudran.

« Dans les *Comptes rendus* du 2 juin 1885, j'ai eu l'honneur de décrire des spectres phosphorescents de l'yttrium et du samarium et, dans un autre fascicule du même Recueil (15 juin 1885), j'ai appelé l'attention sur certains résultats anomaux que l'on obtenait quand l'yttria et la samarine étaient mélangées. Dans les conditions décrites dans ma Note, on voyait apparaître une raie orangée, étroite et brillante, qui ne se montrait que faiblement dans le spectre du sulfate de samarium le plus pur que j'eusse alors obtenu. J'appelai cette raie $\left(\lambda = 609 = \frac{1}{\lambda^2} 2693\right)$ *la raie anomale*, et l'explication que j'en donnai alors fut que cette raie était due au mélange des deux terres. J'ajoutai « qu'il était remarquable que, aussi longtemps » que cette raie brillante fait partie du spectre, les autres bandes possèdent une intensité évidemment inférieure à celle qu'elles ont dans les » autres spectres de phosphorescence qui ne contiennent pas cette raie.

» Plusieurs des bandes ordinairement présentes dans les spectres de la
» samarine et de l'yttria sont aussi supprimées. La profonde modification
» des spectres de la samarine et de l'yttria, produite par le mélange de ces
» terres, est, je crois, un fait sans précédent en analyse spectrale. Il est
» difficile de concevoir la nature de la modification qui transforme des
» bandes diffuses et assez faibles en une seule raie nette [1] et brillante. »

» Depuis la date de cette Note, j'ai eu des raisons de croire que l'explication ci-dessus était inexacte et, comme c'est le devoir de tout homme de science de corriger sans retard ses propres erreurs et d'épargner à d'autres la tâche désagréable d'effectuer cette correction en son lieu et place, je m'empresse d'exposer devant l'Académie les résultats auxquels m'ont conduit mes dernières recherches sur cette « raie anomale ».

» En cherchant à m'assurer de ce que je crois être la véritable cause de cette raie, j'ai été favorisé par une bonne chance, plus qu'ordinaire, dans l'étendue et l'importance des nouveaux faits ci-après publiés.

» Un fractionnement systématique fut exécuté sur les portions de la série générale des terres de la samarskite qui donnaient le mieux la raie 609, et il devint bientôt manifeste que la raie suivait étroitement le samarium. La présence de l'yttria n'était pas nécessaire pour la produire, bien qu'en atténuant l'éclat des autres bandes et en n'affectant pas la raie 609 l'yttria fût utile. Plusieurs circonstances, toutefois, tendaient à faire penser que la raie 609, quoique accompagnant le samarium avec la plus grande ténacité, ne faisait pas partie intégrante du spectre de ce métal au même titre que les autres bandes rouge, verte et orangée. Ainsi, par exemple, les propriétés chimiques et physiques des corps producteurs de ces diverses bandes étaient différentes. En comparant minutieusement entre eux les spectres d'échantillons de samarine d'origines variées, on vit la raie 609 changer beaucoup d'intensité; dans certains cas, elle était forte; dans d'autres, presque nulle.

» On trouva que l'addition d'yttria affaiblissait considérablement les raies rouge, orangée et verte du samarium, tandis que l'yttria n'avait que peu ou point d'action sur la raie 609. De plus, l'addition d'un peu de chaux détruisait entièrement la raie 609, tandis que les raies du samarium en acquéraient une augmentation d'éclat. Enfin, les tentatives faites pour séparer la raie 609 d'avec le samarium et d'avec ces portions des terres de la samarskite, dans lesquelles elle se concentrait principalement, furent couronnées

---

[1] Par erreur typographique le mot *nette* était imprimé *verte*.

d'un succès suffisant pour me démontrer que, étant donnés à la fois assez de temps et assez de matière, la séparation ne serait pas difficile.

» Mais ce qui m'était pratiquement impossible, limité comme je l'étais dans mon temps et dans mes moyens d'action, la nature l'a réalisé de la façon la plus parfaite. J'avais travaillé avec de la samarskite et plusieurs observations m'avaient conduit à penser que les proportions des éléments producteurs de bandes variaient légèrement dans les mêmes terres extraites de minéraux différents. La gadolinite, entre autres, montra des indices d'une telle différenciation; aussi, continuai-je mon travail avec ce minéral. Très peu de fractionnements furent nécessaires pour montrer que l'élément producteur de la raie 609 n'existait pas dans les terres de la gadolinite, aucun mélange des terres yttriques et de la samarine, provenant de cette source, ne donnant trace de cette raie 609. Il en résulte, par conséquent, que le corps dont le spectre phosphorescent donne la raie 609 se rencontre dans la samarskite, mais non dans la gadolinite; ainsi, la raie 609 ne peut pas être due au samarium, à l'yttrium, ni à un mélange de ces éléments; la seule autre alternative probable est que cette raie appartient à un nouvel élément.

» Jusqu'à ce que j'aie séparé plus parfaitement cet élément des corps qui l'accompagnent et que j'aie constaté quelques-unes de ses propriétés les plus saillantes, je ne désire pas lui donner un nom particulier, mais je le désignerai par la longueur d'onde de la raie qui domine dans son spectre (609); on peut aussi l'appeler $S\alpha$, la lettre initiale S rappelant qu'il a la samarskite pour origine. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la dissociation des hydrates du sulfate de cuivre.* Note de M. **H. Lescœur**, présentée par M. Troost.

« 1. La dissociation du sulfate de cuivre hydraté ($CuO, SO^3, 5HO$) a été de la part de M. A. Naumann l'objet de recherches consignées au *Bulletin de la Société chimique de Berlin* ([1]). Ce chimiste pense que les faits observés par lui sont en contradiction avec les principes établis par M. Debray, et suffisent pour infirmer les lois de la dissociation des sels hydratés, telles qu'elles sont universellement adoptées.

([1]) A. Naumann, *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, t. VII, [2], p. 1575.

» M. W. Muller-Erzbach ([1]), étudiant la *vitesse de décomposition* du même sel, a vu le départ de l'eau par efflorescence s'effectuer d'abord avec lenteur, puis de plus en plus vite à mesure que la teneur en eau diminue. Il pense que ces faits sont l'indice de variations de même genre dans les tensions de dissociation, qui prendraient ainsi des valeurs croissantes avec les hydrates successifs résultant de la déshydratation du vitriol bleu.

» J'ai repris la mesure des tensions de dissociation des hydrates du sulfate de cuivre et j'ai reconnu l'inexactitude des conclusions qui précèdent.

» 2. Voici, à la température de 45°, comment varie, avec les progrès de la déshydratation, la tension de vapeur de l'eau contenue dans le sulfate de cuivre :

		Environ.
		mm
Cristaux bleus	$(CuOSO^3 + 5,08HO)$ ([2])	58
» lég. effleuris	$(CuOSO^3 + 4,85HO)$	30
» plus effleuris	$(CuOSO^3 + 4,64HO)$	30
Poudre bleu-pâle	$(CuOSO^3 + 3,87HO)$	30
»	$(CuOSO^3 + 2,37HO)$	18
»	$(CuOSO^3 + 1,06HO)$	15
Poudre blanchâtre	$(CuOSO^3 + 0,98HO)$	infér. à 1mm

» A 78°, les résultats sont encore plus nets :

		Environ.
		mm
Sel renfermant	$(CuOSO^3 + 5,06HO)$	304
»	$(CuOSO^3 + 4,13HO)$	233,5
»	$(CuOSO^3 + 3,71HO)$	238
»	$(CuOSO^3 + 3,41HO)$	233
»	$(CuOSO^3 + 2,61HO)$	142
»	$(CuOSO^3 + 2,10HO)$	145
»	$(CuOSO^3 + 1,79HO)$	148
»	$(CuOSO^3 + HO)$ à peu près	infér. à 10mm

» A 220° :

Sel renfermant	$(CuOSO^3 + 0,98HO)$	666
»	$(CuOSO^3 + 0,45HO)$	603

» 3. On voit que ces recherches permettent de caractériser trois hydrates, et trois hydrates seulement :

([1]) W. Muller-Erzbach, *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, p. 1417; 1884.

([2]) $H = 1$; $O = 8$; $S = 16$; $Cu = 31,75$.

» Le composé en cristaux bleu-saphir foncés, que la solution chaude laisse déposer par refroidissement et qui renferme 36 pour 100 ou 5éq d'eau; l'hydrate $CuOSO^3, 3HO$, que Berzélius a préparé en laissant effleurir le vitriol bleu à la température ordinaire; enfin, le monohydrate $CuOSO^3$ HO, terme de la dessiccation à 100° des composés qui précèdent. Cet hydrate ne perd son eau que vers 200° et donne directement le sel anhydre.

» Nous n'avons point obtenu les autres hydrates préparés par différents auteurs dans la dessiccation ménagée du sulfate de cuivre, notamment l'hydrate $CuOSO^3, 2HO$ signalé par Graham.

» 4. Les hydrates du sulfate de cuivre présentent, entre 10° et 219°, les tensions de dissociation suivantes (en millimètres de mercure) :

Température.	$CuOSO^3, 5HO$.	$CuOSO^3, 3HO$.	$CuOSO^3HO$.
10°	2,8	»	»
15°	4	»	»
20°	6	»	»
25°	8,5	»	»
30°	12,5	5	»
35°	17	7,5	»
40°	23	11	»
60°	72	45	»
80°	263	168	»
100°	688	525	»
163°	»	»	11
186°,5	»	»	44
206°	»	»	143
220°	»	»	666

» 5. Dans le cours de ces recherches, j'ai fait les remarques suivantes :

» 1° L'hydrate cristallisé émet avec la plus grande difficulté l'eau qu'il renferme, même l'eau d'interposition, et la réabsorbe de même, phénomène qui semble en rapport avec la dureté des cristaux.

» 2° Finement pulvérisé ou transformé en poussière ténue par un commencement d'efflorescence, ce sel se dissocie mieux, propriété qui semble en rapport avec la surface plus grande qu'il présente.

» 3° Enfin, exposé à l'étuve ou sur une plaque chaude, le produit se déshydrate de la façon la plus irrégulière et constitue facilement un mélange nullement homogène, propriété qui semble en rapport avec sa mauvaise conductibilité pour la chaleur.

» C'est sans doute pour n'avoir point observé ces faits et, d'une manière générale, pour avoir négligé de tenir compte, comme l'indique

M. Debray, de l'état physique des corps qui se dissocient, que M. A. Naumann et M. Muller-Erzbach ont été conduits à des interprétations contraires aux lois de la dissociation. »

CHIMIE. — *Sur les séléniures alcalino-terreux.* Note de M. Ch. Fabre, présentée par M. Berthelot.

« 1. L'action de l'hydrogène sur le séléniate de baryte donne au rouge sombre du séléniure de baryum; en chauffant avec précaution, le produit obtenu est pur. Le séléniate de chaux et celui de strontiane se comportent de la même manière; j'ai employé ces deux derniers composés après les avoir pulvérisés et préalablement desséchés vers 200°; dans ces conditions, l'attaque par l'hydrogène s'effectue facilement et la transformation est complète. Il faut éviter de chauffer trop ou d'opérer sur une trop grande quantité de matière, sinon on obtient une masse frittée, de couleur rougeâtre, qui renferme des silicates provenant de l'attaque des vases et qui se dissout lentement dans les acides.

» 2. Les séléniures ainsi obtenus sont blancs; ils sont fort altérables au contact de l'air et prennent immédiatement une coloration rouge. Ils sont peu solubles dans l'eau et ne présentent pas, après insolation, les phénomènes de phosphorescence que donnent les sulfures correspondants.

» 3. Le séléniure de baryum traité par l'eau de brome en excès se transforme en séléniate de baryte : j'ai utilisé cette réaction pour effectuer l'analyse de ce composé.

» J'ai obtenu les résultats suivants :

	Trouvé.	Calculé.
Ba	63,08	63,52
Se	36,23	36,48
BaSe	99,31	100,00

» J'ai dosé le sélénium du séléniure de strontium en le traitant par l'eau de brome, puis en précipitant l'acide sélénique sous forme de séléniate de baryte; le strontium a été dosé à l'état de carbonate. Ce même procédé m'a permis de faire l'analyse du séléniure de calcium.

		Trouvé.	Calculé.
Séléniure de strontium.	Sr	52,11	52,61
	Se	47,09	47,39
	SrSe	99,20	100,00

		Trouvé.	Calculé.
Séléniure de calcium...	Ca.........	33,01	33,67
	Se.........	65,92	66,33
	CaSe......	98,93	100,00

» ÉTUDE THERMIQUE. — 1. J'ai fait dissoudre les séléniures alcalino-terreux dans de l'eau renfermant, par litre, $0^{éq},25$ d'acide chlorhydrique. Le poids de séléniure employé était toujours assez faible pour que tout l'acide sélénhydrique qui se produisait restât en dissolution. Pour éviter l'action de l'air pendant l'opération, la liqueur chlorhydrique était d'abord saturée d'azote, et un courant de ce gaz circulait au-dessus du calorimètre de M. Berthelot. Par ce moyen, les liqueurs se conservent limpides et ne rougissent presque pas.

» 2. *Séléniure de calcium.* — Le poids de séléniure dissous a varié de $0^{gr},28$ à $2^{gr},208$ pour 800^{cc} de dissolvant. Trois expériences ont donné par équivalent

$$+17^{Cal},08,\quad +17^{Cal},35,\quad +17^{Cal},77;\qquad \text{moyenne, } +17^{Cal},4$$

vers 16°.

» 3. *Séléniure de strontium.* — J'ai dissous de $0^{gr},761$ à $2^{gr},887$ dans 800^{cc} d'acide chlorhydrique. Quatre expériences ont donné pour un équivalent

$$+16^{Cal},48,\quad +16^{Cal},82,\quad +16^{Cal},87,\quad +17^{Cal},12;\qquad \text{moyenne, } +16^{Cal},82$$

vers 16°.

» 4. *Séléniure de baryum.* — Dans 800^{cc} de dissolution d'acide chlorhydrique, j'ai dissous des poids de séléniure de baryum variant de $1^{gr},20$ à $2^{gr},505$; j'ai obtenu pour un équivalent

$$+16^{Cal},79,\quad +17^{Cal},01,\quad +17^{Cal},15;\qquad \text{moyenne, } +16^{Cal},95$$

vers 15°.

» CONSÉQUENCES : 1. *Chaleur de formation des séléniures alcalino-terreux à partir des éléments.* — Les deux cycles suivants permettent d'obtenir cette donnée :

Premier cycle.

Ca + Se solide = CaSe anhydre, dégage	x
H + Cl = HCl dissous..	$+39^{Cal},3$
CaSe anhydre + HCl dissous = CaCl dissous + HSe dissous..........	$+17^{Cal},4$
Somme..................	$x+56^{Cal},7$

Deuxième cycle.

Ca + Cl = CaCl dissous	$+93^{Cal},8$
H + Se = HSe dissous..	$+1^{Cal},9$
Somme.................	$+95^{Cal},7$

d'où

$$x = 95^{Cal},7 - 56^{Cal},7 = 39^{Cal},0.$$

» Le même calcul montre que

Sr + Se = SrSe anhydre dégage................ $+43^{Cal},58$.

» En désignant par z la chaleur de formation du chlorure de baryum à partir des éléments, on aura

Ba + Se = BaSe anhydre .... $+(z - 54,35)$

» 2. *Chaleur de formation des séléniures alcalino-terreux à partir de la base anhydre et de l'acide sélénhydrique gazeux.* — On peut déduire cette donnée des deux cycles suivants :

Premier cycle.

CaO anhydre + HSe gaz = CaSe anhydre + HO gaz, dégage..........	x
CaSe anhydre + HCl dissous = CaCl dissous + HSe dissous...........	$+17^{Cal},4$
HO gaz = HO liquide..	$+5^{Cal},4$
Somme.................	$x + 22^{Cal},8$

Deuxième cycle.

CaO anhydre = CaO dissoute..	$+9^{Cal},05$
CaO dissoute + HCl dissous = CaCl dissous........................	$+14^{Cal},00$
HSe gaz = HSe dissous..	$+4^{Cal},63$
Somme.................	$+27^{Cal},68$

d'où

$$x = 27^{Cal},68 - 22^{Cal},8 = +4^{Cal},88.$$

» On trouve de même :

Pour le séléniure de strontium	+ 10,29
Pour le séléniure de baryum.....................	+ 10,13

» Ces nombres diffèrent peu des chaleurs de formation des sulfures correspondants, mesurées par M. Sabatier. »

CHIMIE. — *Action des acides et des bases sur les solutions d'émétique.* Note de M. GUNTZ, présentée par M. Berthelot.

« *Action des acides.* — Lorsqu'on traite une solution d'émétique par un acide, il se forme un précipité blanc qui était considéré comme un sous-sel d'antimoine; cependant on indique dans un Mémoire sur les tartrates d'antimoine (¹) que l'émétique traité par la quantité équivalente d'un acide fort laisse précipiter tout l'antimoine qu'il renferme à l'état d'hydrate d'oxyde SbO^3, 3HO. Dans une série de recherches entreprises sur l'émétique, j'ai été amené à analyser ces précipités, et mes analyses montrent :

» 1° Que tout l'antimoine n'est pas précipité;

» 2° Que le précipité n'est pas l'hydrate SbO^3, 3HO.

» J'ai fait agir pour le montrer des solutions titrées d'émétique ($1^{éq} = 8^{lit}$) sur des solutions d'acide chlorhydrique ($1^{éq} = 2^{lit}$) à la température de 8°.

» Lorsqu'on verse l'acide dans la solution d'émétique, il se forme au bout de quelques instants un précipité blanc qui augmente peu à peu. Au bout de vingt-quatre heures, l'action étant sensiblement terminée, on jette le précipité sur un filtre, on le lave avec une quantité constante d'eau (25^{cc} dans mes expériences) pour opérer dans des conditions aussi comparables que possible, et l'on détermine la quantité d'antimoine qui se trouve dans la solution filtrée. Par différence avec la quantité totale d'antimoine contenue dans la liqueur primitive d'émétique, on déduit l'antimoine précipité. J'ai trouvé avec l'acide chlorhydrique les résultats suivants :

$1^{éq}$ de HCl agissant sur	$1^{éq}$ d'émétique précipite....	10,5	de la quantité théorique
2	»	15,4	»
4	»	30,4	»
8	»	45,0	»
16	»	58,0	»

» Avec l'acide sulfurique la quantité d'antimoine précipité est encore plus faible.

$1^{éq}$ de HSO^4 agissant sur	$1^{éq}$ d'émétique précipite...	5,0	de la quantité théorique
4	» ...	18,0	»

(¹) CLARKE et STALLO, *Berichte*, XIII, p. 1787.

» Ces résultats ne s'appliquent que dans les conditions indiquées précédemment, car la composition du précipité varie avec la dilution des liqueurs, les conditions du lavage, la température des solutions réagissantes. Ainsi, si l'on prend une solution d'émétique très étendue ($1^{éq}$ dans 80^{lit}) que l'on traite par la quantité équivalente d'acide chlorhydrique ($1^{éq} = 2^{lit}$), il n'y a plus de précipité.

» Pour montrer l'influence de la température, il suffit de chauffer la solution d'émétique; après l'action de HCl, il se forme aussitôt un abondant précipité blanc.

» Il reste maintenant à étudier la nature du précipité. L'analyse montre qu'il renferme toujours, quand on emploie HCl, du chlore, de l'acide tartrique et de l'oxyde d'antimoine, en proportions variables suivant les conditions de lavage du précipité.

» Lorsqu'à un équivalent d'émétique on ajoute $8^{éq}$ de HCl, on obtient un précipité qui renferme de 80,0 à 82,0 pour 100 d'oxyde d'antimoine suivant les préparations. Si l'on arrête le lavage lorsque le liquide filtré ne renferme plus sensiblement de chlore, le précipité renferme environ 95 pour 100 d'oxyde d'antimoine, 4 à 5 pour 100 d'acide tartrique, 1 à $\frac{1}{2}$ pour 100 de chlore. D'ailleurs on n'arrive pas à enlever totalement le chlore et l'acide tartrique; avant d'arriver à ce résultat, tout s'est dissous.

» Ces faits peuvent s'expliquer de la façon suivante :

» L'émétique traité par un acide donne KCl et du bitartrate d'antimoine; ce dernier, qui est décomposable par l'eau, se dédouble en acide tartrique et tartrate basique d'antimoine; ce dernier est lui-même attaqué par l'acide chlorhydrique en formant de l'oxychlorure Sb^2O^5Cl. En un mot, il s'établit entre les quatre corps, oxyde d'antimoine, potasse, acides chlorhydrique et tartrique, un équilibre qui dépend de la température, de la dilution ainsi que de l'excès d'acide, comme l'a montré M. Berthelot d'une façon générale [1].

» On peut montrer la réalité de l'explication précédente en étudiant l'action de l'acide sulfurique sur l'émétique de baryte.

» Si l'on traite de l'émétique de baryte dissous ($1^{éq}$ dans 80^{lit}) par la quantité équivalente d'acide sulfurique, on obtient un précipité de sulfate de baryte pur et du bitartrate d'antimoine pur, dissous comme le montre l'analyse de la solution. Si à cette solution on ajoute un excès d'acide, on précipite un tartrate basique en employant de l'acide chlorhydrique; le pré-

---

(1) *Mécanique chimique*, t. II; p. 646.

cipité renferme du chlore. Lorsqu'au contraire on traite la solution d'acide sulfurique par la quantité correspondante d'émétique de baryte solide, le sulfate de baryte que l'on obtient contient toujours de l'acide tartrique et de l'oxyde d'antimoine en proportions variables avec la dilution et la température.

» *Action des bases sur l'émétique.* — En opérant comme pour l'acide chlorhydrique, c'est-à-dire en employant de l'émétique dissous ($1^{éq} = 8^{lit}$) et de la potasse dissoute ($1^{éq} = 2^{lit}$), j'ai trouvé que

		Pour 100.	
$\frac{1}{4}$ équiv. de KO agissant sur $1^{éq}$ d'émétique précipite..		23	de l'antimoine théorique
$\frac{1}{2}$	» ..	31,5	»
$\frac{4}{5}$	» ..	66,0	»
1	» ..	87,0	»
2	» ..	96,0	»
4	» ..	55,0	»
8	» ..	19,0	»
16	» ..	0	»

» Dans ce cas, l'analyse montre que le précipité est de l'oxyde d'antimoine anhydre et pur. En effet, le précipité que l'on obtient contient dans le cas de $2^{éq}$ de KO sur $1^{éq}$ d'émétique) 82,81 d'antimoine; la théorie exige pour l'oxyde SbO^3 : 83,33.

» La réaction s'explique de la manière suivante :

» La potasse donne avec l'émétique du tartrate neutre de potasse et de l'oxyde d'antimoine anhydre ; ce dernier se combine partiellement à l'excès de potasse pour donner de l'antimonite de potasse, qui reste dissous. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'eau et de l'ammoniaque sur le chlorure de méthylène.* Note de M. G. **André**, présentée par M. Berthelot.

« 1. Le chlorure de méthylène (bouillant à 41°) est facilement détruit par l'eau seule en tubes scellés; il faut, pour que la réaction soit complète, atteindre la température de 180°, prolongée suffisamment, ou mieux celle de 200°.

» Il se produit de l'acide chlorhydrique, de l'acide formique et du chlorure de méthyle, ce dernier étant lui-même décomposé ultérieurement en alcool méthylique et HCl : tels sont les produits principaux. Le contenu des tubes est coloré en brun et l'on remarque en outre la formation d'une matière noire, presque nulle à 180°, et qui est d'autant plus abondante

que la température a été plus élevée et son action plus prolongée. A l'ouverture des tubes, il y a peu de pression; le gaz qui se dégage est de l'oxyde de carbone sans acide carbonique.

» Cet oxyde provient de la destruction partielle de l'acide formique, de sorte que la formule vraisemblable la plus simple de la réaction est la suivante :

$$2C^2H^2Cl^2 + 2H^2O^2 = 3HCl + C^2H^3Cl + C^2H^2O^4.$$

» Il suffit de chauffer le liquide des tubes pour recueillir un gaz peu soluble dans l'eau, brûlant avec une flamme bordée de vert et laissant de l'acide chlorhydrique comme résidu de combustion (chlorure de méthyle).

» Pour déceler la présence de l'alcool méthylique formé dans la réaction, on a chauffé en vase clos le contenu des tubes avec un peu de potasse; on a ensuite distillé et recueilli les premières gouttes qui, additionnées de carbonate de potasse cristallisé, ont donné un anneau liquide, lequel a été transformé par l'action de SO^4H en éther méthylique possédant toutes les propriétés connues de ce gaz.

» Dans les expériences relatées plus bas, la totalité du chlorure de méthylène a été décomposée; il n'y avait plus de gouttes huileuses au sein de la masse liquide. Voici quelques nombres :

» 1° Un poids de 2gr,6601 de $C^2H^2Cl^2$, chauffé avec environ quinze fois son poids d'eau à 180°, pendant cinq heures, a donné 1gr,6384 de chlore (à l'état de HCl), soit 73,73 pour 100 de la quantité totale de chlore contenue dans $C^2H^2Cl^2$; le chlorure de méthyle ne semble pas encore décomposé; l'acide formique a été détruit partiellement, car, d'après mes analyses,

$$\frac{C^2H^2O^4}{Cl} = \frac{1}{9,5}.$$

» 2° A la même température, mais prolongée pendant neuf heures, on a obtenu, à l'état de HCl, 77,50 pour 100 du chlore total; à cette température, le chlorure de méthyle ne paraît donc pas sensiblement attaqué. L'acide formique, au contraire, a disparu en plus grande proportion; en effet, on a trouvé

$$\frac{C^2H^2O^4}{Cl} = \frac{1}{13}.$$

» 3° Après cinq heures de chauffage à 200°, on a obtenu 85 pour 100 environ de chlore, indice d'une décomposition croissante de C^2H^3Cl.

» 4° Après dix-sept heures à 200°, la presque totalité du chlore se trouvait à l'état de HCl, soit 95,70 pour 100; l'acide formique était détruit en plus grande quantité que précédemment; on a trouvé

$$\frac{C^2H^2O^4}{Cl} = \frac{1}{19}.$$

» 2. Au contact de l'ammoniaque en solution aqueuse étendue, la destruction de $C^2H^2Cl^2$ se fait aisément; la réaction est de même nature que celle avec l'eau; à côté du chlorhydrate et du formiate d'ammoniaque, il se produit du chlorhydrate de méthylamine, mais pas de cyanure. Le liquide, après chauffage, présente une teinte brune d'autant plus foncée qu'on a chauffé plus fort. Il ne se dépose, dans tous les cas, aucun produit solide, et il y a très peu de pression à l'ouverture des tubes.

» On a chauffé, pendant cinq heures, à 200°, 3gr,6909 de $C^2H^2Cl^2$ avec un excès d'ammoniaque aqueuse; le liquide brun contenait après ce temps la presque totalité du chlore, soit 99,40 pour 100 de la quantité théorique. Quant au formiate, sa dose était inférieure à celle indiquée par la formule suivante, laquelle est parallèle à celle donnée plus haut dans le cas de l'eau seule :

$$\begin{aligned}&2C^2H^2Cl^2 + 2H^2O^2 + 5AzH^3\\&\quad = 3AzH^4Cl + C^2H^2(AzH^3)HCl + C^2HAzH^4O^4.\end{aligned}$$

» Or on sait, d'après les expériences de M. Riban, que le formiate d'ammoniaque en solution étendue est décomposé dès la température de 175°. D'après des expériences comparatives que j'ai faites, une dissolution de ce sel (à 1 pour 100 environ) chauffée vers 225° pendant trois heures semble subir une décomposition moins avancée quand elle est en présence d'un excès d'ammoniaque que lorsque la solution est purement aqueuse.

» La destruction du chlorure de méthylène par une solution aqueuse d'ammoniaque a lieu à plus basse température qu'au contact de l'eau seule. Un poids de 3gr,0844 de ce chlorure chauffé pendant quatre heures à 140° en liqueur ammoniacale a fourni au bout de ce temps 95,65 pour 100 du chlore total.

» La recherche de la méthylamine se fait de la façon la plus simple en distillant le liquide des tubes avec de la chaux. On recueille les gaz dégagés dans HCl dilué, on évapore à sec, on reprend par l'alcool à 90 pour 100 froid, on filtre; la partie liquide est évaporée à sec de nou-

veau et reprise par l'alcool absolu froid. Après avoir répété ce dernier traitement deux fois, on obtient, en allant à siccité, un solide déliquescent qui, chauffé avec un peu de potasse, dégage un gaz alcalin combustible, et qui donne avec le chlorure de platine un précipité cristallin. Celui-ci a fourni à l'analyse :

	I.	II.	Calculé pour $C^2H^2(AzH^3)HCl\,PtCl^2$.
Pt..................	41,33	41,44	41,58

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelles propriétés du camphre cyané.* Note de M. **Alb. Haller**, présentée par M. Berthelot.

« Dans une Communication précédente que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie ([1]), j'ai montré que le camphre cyané, chauffé en tubes scellés avec une solution aqueuse d'acide chlorhydrique, se dédouble en chlorydrate d'ammoniaque, camphre et acide carbonique.

» Ce dédoublement m'a conduit à émettre l'hypothèse que ces deux derniers corps provenaient de la décomposition de l'acide camphocarbonique, formé à un certain moment de la réaction et instable dans les conditions où l'on a opéré, et j'en ai conclu que le camphre cyané pourrait être considéré comme le nitrile correspondant à cet acide.

» Pour justifier cette manière de voir, j'ai modifié les conditions de saponification de la fonction nitrile, et j'ai cherché à obtenir l'éther camphocarbonique.

» Dans ce but, j'ai dissous 5^{gr} de camphre cyané dans 100^{gr} d'alcool saturé d'acide chlorhydrique. Le ballon renfermant le mélange a été mis en communication avec un flacon tubulé contenant une solution de baryte caustique et le tout a été abandonné à la température ambiante. Quelques mois après, on a constaté qu'il s'était formé, dans le laveur, un faible précipité de carbonate de baryte et, dans le ballon, un dépôt de chlorhydrate d'ammoniaque. Au bout de trois ans, le liquide du ballon a été évaporé sous une cloche à dessiccation renfermant des fragments de potasse et de l'acide sulfurique, et dans laquelle on fit en outre le vide. Le résidu fut lavé avec une dissolution de carbonate de soude qui enleva l'acide chlorhydrique restant ainsi qu'un peu de camphre cyané non transformé, puis dissous dans de l'éther. La solution éthérée, après avoir séjourné pendant

([1]) *Comptes rendus*, t. XCIII, p. 72.

quelque temps sur du chlorure de calcium, fut évaporée et le liquide huileux soumis à la distillation. On a recueilli ce qui passe de 270° à 290°. A cette température le produit qui distille a une odeur manifeste de camphre. Il est constitué en majeure partie par de l'éther camphocarbonique déjà signalé par M. W. Roser (¹), qui donne la température de 276° comme point d'ébullition. La saponification lente de ce composé et sa transformation en sel de potasse montrent en effet qu'il en est ainsi.

» $3^{gr},6$ de cet éther ont été abandonnés avec la quantité théorique de potasse dissoute dans 30^{gr} d'alcool. On a agité le mélange de temps à autre et, au bout de deux mois de contact, l'alcool a été évaporé. Le résidu, repris par l'eau, pour séparer une petite quantité d'éther non saponifié, a été acidulé et agité à plusieurs reprises avec de l'éther éthylique. Celui-ci laisse par évaporation des cristaux prismatiques qui fondent à 128°-129° (²) et qui présentent tous les caractères de l'acide camphocarbonique ordinaire.

» La réaction entre le camphre cyané et l'alcool chlorhydrique se passe donc dans le sens de l'équation

$$C^{10}H^{15}CAzO + C^2H^5OH + HCl + H^2O = AzH^4Cl + C^{10}H^{15}OCO^2C^2H^5.$$

» Cette transformation montre nettement que le camphre cyané peut être considéré comme le nitrile correspondant à l'acide camphocarbonique.

» *Camphocyanates.* — Dans un travail antérieur (³) j'ai fait voir que le camphre cyané se dissout dans les alcalis caustiques concentrés, et que la solution se prend par le refroidissement en une masse de cristaux ne paraissant pas constitués de composés définis.

» J'ai repris l'étude de ces corps et j'ai constaté que ce sont de véritables composés métalliques.

» *Camphocyanate de sodium :* $C^{10}H^{14}NaCAzO$. — Les fines aiguilles qui se forment par refroidissement d'une solution concentrée de camphre cyané dans la soude caustique sont essorées à la trompe et desséchées dans le vide sur une plaque de porcelaine poreuse. Elles ne sont stables qu'à l'état sec; exposées à l'air, elles en absorbent l'humidité et l'acide

---

(¹) *Berichte der deutsch. chem. Gesellschaft*, t. XVIII, p. 3114.

(²) Le point de fusion de l'acide camphocarbonique pur et fraîchement cristallisé est situé entre 128° et 129° et non vers 118°.

(³) *Thèse de la Faculté de Paris,* 1879.

carbonique. L'eau les décompose avec mise en liberté de camphre cyané. Fraîchement préparées, elles sont solubles dans l'alcool; il n'en est pas de même quand elles ont été abandonnées à l'air; dans ce cas, il reste un résidu de carbonate de soude.

» *Camphocyanate de potasse :* $C^{10}H^{14}KCAzO$. — Il se prépare comme le dérivé sodé. Ce sont des paillettes nacrées, onctueuses au toucher, solubles dans l'alcool, mais décomposables par l'eau en camphre cyané et potasse caustique. Abandonné à l'air, le camphocyanate de potasse en absorbe rapidement l'humidité et l'acide carbonique.

» La facilité avec laquelle ces dérivés métalliques sont décomposés par l'eau et l'acide carbonique semble indiquer que dans ces composés le métal alcalin se trouve dans les mêmes conditions que le sodium dans les éthers malonique, acétylacétique, benzoylacétique sodés. Cette analogie nous permettra, je l'espère, de pénétrer plus en avant dans la constitution du camphre. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Contribution à l'étude des alcaloïdes.* Note de M. **Œchsner de Coninck**, présentée par M. Berthelot.

« On connaît aujourd'hui les produits qui prennent naissance dans la réaction de la potasse sur les combinaisons des bases de quinoléine avec les iodures alcooliques.

» MM. Hoogewerf et van Dorp ont montré que, si l'on fait agir la potasse sur un mélange d'iodéthylates de quinoléine et de quinaldine, la réaction se passe dans le sens suivant [1] :

$$C^{10}H^{9}Az, C^{2}H^{5}I + C^{9}H^{7}Az, C^{2}H^{5}I = C^{23}H^{23}Az^{2}I + 2H + HI.$$

» L'action de la potasse s'exerce-t-elle sur une seule molécule d'iodométhylate, d'iodéthylate, etc., d'une base quinoléique, il se forme aussi une matière colorante cristallisée (*loc. cit.*).

» J'ai soumis au même traitement quelques iodures d'ammonium pyridiques.

(1) J'étais arrivé, de mon côté, au même résultat (*Recueil des travaux chimiques des Pays-Bas,* t. II, p. 317; t. III, p. 337; t. IV, p. 58). Ainsi que je l'ai reconnu depuis, en opérant avec 2^{mol} d'iodéthylate de quinoléine synthétique, il se forme une petite quantité d'un hydrure de diquinoléine, doué de propriétés réductrices (*Société chimique,* séance du 24 février 1886).

» *Iodométhylate de pyridine*, C^5H^5Az, CH^3I. — Ce composé, parfaitement cristallisé, a été dissous à chaud dans un léger excès d'alcool absolu; la solution a été additionnée, encore chaude, d'une lessive de potasse à 45°; on remarque qu'elle prend une belle coloration rouge de plus en plus foncée; un excès d'alcali la fait virer au rouge brun, puis au rouge sale. J'ai chauffé cette liqueur au bain-marie pendant deux heures environ; le lendemain, il s'était déposé une résine brune adhérente au fond et aux parois du ballon. J'ai retrouvé quelques cristaux d'iodométhylate qui avaient échappé à l'action de l'alcali.

» La solution alcoolique de la résine est rouge foncé; voici ses réactions principales :

» L'acide chlorhydrique la fait virer au rouge vif; l'acide acétique la fait virer au rouge orangé; l'ammoniaque donne une teinte rouge-rubis; puis, ajoutée en excès, fait virer au rouge sale; un excès d'eau légèrement acidulée par HCl fait virer au rouge orangé.

» Les teintes varient suivant que la solution alcoolique primitive est plus ou moins étendue.

» Est-elle très concentrée, l'addition de HCl détermine la formation d'un précipité résineux brun foncé.

» *Iodéthylate de pyridine*, C^5H^5Az, C^2H^5I. — Dans les mêmes conditions, ce composé fournit une matière colorante soluble en rouge carmin dans l'alcool; cette solution possède les réactions générales qui viennent d'être décrites.

» L'iodométhylate et l'iodéthylate de l'α-picoline du goudron de houille donnent également lieu à des réactions colorées.

» Les solutions alcooliques des couleurs dérivées de la pyridine ne présentent, même au bout de plusieurs heures, aucune fluorescence. Lorsqu'elles sont acides, elles ne possèdent pas un pouvoir tinctorial très prononcé. Mais on se trouve ici en présence d'une réaction extrêmement sensible, permettant de reconnaître de très petites quantités d'un alcaloïde pyridique.

» La base étant isolée, voici comment il convient d'opérer : à 1^{cc} de base on ajoute $1^{cc},5$ à 2^{cc} de CH^3I pur, peu à peu et en refroidissant.

» La combinaison se fait avec une petite explosion et ne tarde pas à cristalliser. On dissout le tout dans 5^{cc} à 6^{cc} d'alcool absolu qu'on porte à l'ébullition. Presque aussitôt, on laisse tomber une goutte d'une lessive de potasse à 45°; il se produit une coloration rouge de sang (rappelant celle du sulfocyanate de fer), puis la liqueur prend une teinte ambrée et vire finalement au brun foncé.

» On peut obtenir des réactions du même ordre en associant aux iodométhylates, iodéthylates, etc. d'alcaloïdes pyridiques les iodométhylates, iodéthylates, etc. d'alcaloïdes quinoléiques.

» D'une manière générale, si l'on soumet au même traitement les combinaisons correspondantes des bases organiques (dipyridines, pipéridine, cicutine, nicotine, spartéine, bases des séries grasse et aromatique, etc.), on arrive à établir certains caractères différentiels qui ne sont peut-être pas sans importance.

» Dans une prochaine Note, j'aurai l'honneur de communiquer à l'Académie la suite de mes recherches sur ce sujet. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les dinitriles normaux* $CAz-(CH^2)^n-CAz$. Note de M. L. **Henry**, présentée par M. Ch. Friedel.

« Le dinitrile malonique $CAz-CH^2-CAz$, que j'ai décrit récemment, complète dans son commencement la série des dinitriles normaux $CAz-(CH^2)^n-CN$, dont les quatre premiers termes sont connus aujourd'hui.

» Peu de séries offrent, à mon sens, autant d'intérêt que celle-ci au point de vue physique. Il m'a semblé qu'il ne serait pas inutile de formuler quelques remarques sur cet objet. Je m'occuperai spécialement de la *volatilité* et de l'*état physique*.

» *A. Volatilité*. — J'ai déjà signalé, à diverses reprises, la volatilité spéciale que détermine dans les composés carbonés l'accumulation de radicaux négatifs en un point de la molécule de ceux-ci, influence assez puissante, dans certains cas, pour amener le renversement des rapports habituels de volatilité entre composés correspondants.

» Sous ce rapport, l'azote dépasse en énergie tous les autres éléments. Le cyanogène $CAz-CAz$ en est le frappant exemple, et il n'est, à ma connaissance, aucun composé plus étrange et en apparence plus anormal, au point de vue physique, que celui-là.

» Le remplacement de H^3 par Az, vis-à-vis de C, pour former le chaînon $-CAz$, détermine, comme l'on sait, dans un hydrocarbure, une élévation considérable dans le point d'ébullition; les exemples de ce fait sont nombreux: ainsi en est-il notamment de l'acétonitrile $CAz-CH^3$ par rapport à l'ethane CH^3-CH^3:

CH^3-CH^3 gaz, ébull	vers $-105°$	Différence : $+187°$.
CH^3-CAz liquide, ébull.	$+82°$	

» Mais la substitution de H^3 à Az réalisée pour la seconde fois dans l'é-

thane, c'est-à-dire de H^3 à Az dans l'acétonitrile, détermine, quant à la volatilité, une modification d'ordre contraire à la première et de valeur considérable :

CH^3–CAz liquide, ébull..........	+ 82°	Différence : — 107°.
CAz–CAz gaz, ébull............	— 25°	

» J'ai déjà signalé, comme un fait extraordinaire, l'abaissement du point d'ébullition des nitriles, déterminé, contrairement à la règle habituelle, par la substitution, soit du chlore, soit de l'oxygène à de l'hydrogène, dans le voisinage de l'azote :

HCAz, ébull....................	+ 26°	Différence : — 9°.
ClCAz, ébull....................	+ 15°	
CAz – $CH^2(OC^2H^5)$, ébull.......	+ 135°	Différence : — 20°.
CAz – $CO(OC^2H^7)$, ébull........	115°	

» On voit, par le cyanogène, que le voisinage de Az et H exerce une action volatilisante bien autrement puissante que celle du voisinage de Az et Cl, de Az et O.

» J'ai aussi fait voir antérieurement que cette influence volatilisante de l'accumulation des radicaux négatifs ne s'exerce qu'autant que les radicaux sont situés dans la molécule, au voisinage les uns des autres, c'est-à-dire fixés sur le même atome de carbone ou sur des atomes de carbone voisins et immédiatement unis ; qu'elle cesse totalement ou presque totalement par l'interposition d'un chaînon $=CH^2$ entre les chaînons actifs. Conformément à ce principe, on doit s'attendre à trouver entre le cyanogène CAz–CAz et son homologue supérieur immédiat, le nitrile malonique CAz–CH^2–CH, une différence considérable de volatilité. C'est en effet ce qui a lieu ; le nitrile malonique bout à 218°-219°, par conséquent, 244° au-dessus du point d'ébullition du cyanogène. La différence d'ébullition la plus considérable signalée jusqu'ici était celle que l'on constate entre deux nitriles oxygénés, le cyano-formiate et le cyano-acétate d'éthyle

CAz – $CO(OC^2H^3)$, ébull......	115°	Différence : + 93°.
CAz – CH^2 – $CO(OC^2H^5)$, ébull.	208°	

» Celle qui existe entre les deux dinitriles C^2 et C^3 est presque triple. Le fait est, ce me semble, assez extraordinaire pour être noté. Il est bon de rappeler que le nitrile malonique est, quant à sa volatilité, un composé parfaitement régulier. Je l'ai fait voir dans ma précédente Note.

» Il est intéressant de comparer le nitrile malonique avec des homologues

supérieurs; cette comparaison permet, en effet, de déterminer le point précis où s'arrête l'influence volatilisante du voisinage de l'azote nitrilique.

CAz – CH² – CAz...............	Éb. : 219°	Diff. :	+46°
CAz – (CH²)² – CAz.............	265		+10
CAz – (CH²)³ – CAz............	275		

» Le nitrile succinique bout 46° plus haut que le nitrile malonique; c'est là une différence plus considérable que celle que l'on rencontre habituellement entre les homologues en C^3 et en C^4. Je tire de là cette conclusion, que l'influence volatilisante exercée sur la molécule totale par le voisinage des deux chaînons – CAz n'a pas cessé totalement par l'interposition du chaînon = CH^2; elle s'exerce encore à travers cet atome de carbone, mais elle a énormément diminué en intensité, dans le rapport de 244 à 46, différences de volatilité des dinitriles C^2 et C^3, C^3 et C^4.

» D'autre part, le nitrile pyrotartrique ne bout que 10° plus haut que le nitrile succinique; c'est une différence du genre de celles que l'on constate encore entre les composés homologues en C^4 et en C^5. J'en conclus que toute influence volatilisante sur la molécule totale a cessé par l'interposition entre les deux chaînons –CAz du système –CH^2–CH^2–.

» *B. État physique.* — L'accumulation de l'azote nitrilique en un point de la molécule détermine encore dans celle-ci une aptitude spéciale à prendre l'état solide et à cristalliser dans une forme particulière, sous forme glacée. On a reconnu depuis longtemps que le cyanogène liquide se congèle aisément « en une masse radiée et cristalline, semblable à de la glace ». Je tire cette phrase du grand *Traité de Chimie* de Gerhardt, t. I, p. 289 (année 1853). C'est là l'aspect qu'ont également les nitriles succinique et malonique, une masse glacée. Avant de savoir qu'on l'avait reconnu autrefois dans le cyanogène, je l'avais constaté dans le nitrile succinique que l'on décrivait inexactement comme une masse amorphe.

» On sait combien il est difficile d'obtenir des cristaux isolés de glace; ainsi en est-il pour les corps dont je m'occupe ici; quoiqu'il fonde à 51°, je ne suis pas parvenu à obtenir des cristaux isolés du nitrile succinique.

» A l'étage C^5, dans le nitrile pyrotartrique CAz – $(CH^2)^3$ – CAz, cette aptitude à prendre l'état cristallin glacé a disparu; alors que les nitriles C^3 et C^4 se congèlent si aisément dès la température ordinaire, je ne suis pas parvenu à solidifier le nitrile pyrotartrique dans un mélange réfrigérant de glace et de sel à + 23°. C'est le caractère hydrocarbure qui, sous ce rapport, domine dans ce composé.

» Si l'on tient compte des différences constatées, au point de vue physique, entre les dinitriles normaux C^2, C^3, C^4 et C^5, on est, ce me semble, autorisé à conclure :

» 1° Que l'accumulation de l'azote nitrilique dans les molécules carbonées influe puissamment sur les propriétés de la molécule totale, en ce qui concerne la volatilité, pour l'augmenter; en ce qui concerne l'état physique, pour déterminer une aptitude spéciale à prendre l'état solide cristallin, sous forme glacée;

» 2° Que cette influence, surtout en ce qui regarde la volatilité, est à son maximum, alors que les deux chaînons – CAz, nitrile, sont voisins et immédiatement soudés;

» 3° Qu'elle diminue puissamment par l'interposition entre deux chaînons – CAz d'un chaînon = CH^2 ;

» 4° Mais qu'elle ne disparaît complètement que par l'interposition dans le système CAz–CAz de deux chaînons réunis dans le système –CH^2–CH^2–. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Recherches chimiques sur les produits de l'éruption de l'Etna aux mois de mai et de juin* 1886. Note de M. **L. Ricciardi.**

« Parmi les éruptions de l'Etna qui se sont produites en ce siècle, aucune ne fut aussi importante et aucune n'éclata avec tant de violence que celle du mois dernier. En outre, par suite d'une fente qui survint dans la montagne à environ 1400^m au-dessus du niveau de la mer, l'éruption aurait pu, en continuant encore un peu, causer des dégâts incalculables. Les pays qui ont été les plus menacés sont Nicolosi, qu'un bras du courant de lave atteignit à 300^m environ, endommageant gravement le territoire fertile de la ville abandonnée et d'autres bourgs plus peuplés, tels que Belpasso et Pedara.

» Il faut relever que, tandis que le phénomène éruptif de 1883 fut précédé et accompagné de secousses continuelles, la conflagration actuelle s'est établie sans symptôme avant-coureur. Mais, une fois commencée, l'éruption fut accompagnée de grondements continuels et de forts ébranlements, qu'on entendit à Catane et en plusieurs autres lieux. L'éruption se fixa soudainement, lorsqu'on s'y attendait le moins, et produisit une grande panique. Pour cette raison, je nomme le nouveau cratère « Monte Terrore ».

» Recherches chimiques. — *Sable recueilli à Cibali le* 23 *mai* 1886. — Le

sable est de couleur noirâtre et consiste le plus souvent en détritus amorphes mêlés avec des fragments cristallins de labradorite, olivine et pyroxène. L'aimant attire le sable facilement.

» Par la calcination il subit une perte de 1gr,12 pour 100 et acquiert une teinte rougeâtre. En mettant une partie du sable dans l'eau distillée, la solution acquiert une légère réaction acide, si l'on en dissout 1gr,32 pour 100. Dans la solution j'ai trouvé HCl libre et combiné avec les bases suivantes : CaO, MgO, K^2O et Na^2O.

» Les acides minéraux décomposent facilement à la chaleur le sable de l'Etna; HCl à froid l'altère et se colore en jaune, à la chaleur on a un dégagement sensible de H^2S.

» Une petite quantité de ce sable mise dans l'œillet d'un fil de platine et exposée à la flamme du chalumeau fond facilement en un verre noir, opaque et magnétique. Avec le sel de phosphore et avec le borax, à la chaleur, on obtient la perle du fer.

» Densité à + 22°C. = 2,474.

Composition centésimale.

SiO^2	49,25
Cl	traces
Ph^2O^5	1,22
Al^2O^3	16,16
Fe^2O^3	3,21
FeO	10,32
MnO	0,22
CrO	0,09
CaO	9,94
MgO	4,96
K^2O	1,17
Na^2O	2,64
Perte par la calcination	1,12
	100,30

» *Cendre vomie la nuit du 28-29 mai.* — J'ai eu deux spécimens de cette cendre, dont l'un fut recueilli à Cibali et l'autre à Catane. Ils présentent les caractères du sable du 23 mai, mais ils contiennent une quantité plus grande de sels solubles dans l'eau, 2gr,68 pour 100, et la solution a une réaction alcaline et contient avec les sels trouvés dans la solution du

sable du 23 une quantité assez considérable de sulfates, tandis que l'autre n'en contenait point.

» Densité moyenne de six déterminations à + 22°C. = 2,803.

Composition centésimale.

	Cendre de Cibali.	Cendre de Catane.
SiO^2	49,27	49,33
Ph^2O^5	0,92	1,07
Al^2O^3	15,13	15,45
Fe^2O^3	3,72	3,41
FeO	10,28	10,12
MnO	0,31	0,36
CrO	0,06	0,08
CaO	9,85	10,03
MgO	3,81	3,56
K^2O	1,94	1,78
Na^2O	4,53	4,49
Perte par la calcination	0,35	0,41
	100,17	100,09

» *Lave du Monte Terrore.* — La lave est d'une couleur gris foncé et dans la masse on remarque macroscopiquement les principaux éléments minéralogiques des substances vomies par l'Etna, savoir des cristaux de labradorite et des pyroxènes avec de minces et menues parties cristallines d'olivine. La masse dans la partie centrale est compacte à la surface, elle a les caractères des scories, est friable et dévie l'aiguille aimantée.

» La poudre de cette lave donne une réaction alcaline. Elle est d'une couleur gris clair qui subit par la calcination une perte de $0^{gr},17$ pour 100 en acquérant une teinte rougeâtre. Les acides minéraux, à la chaleur, décomposent partiellement la poudre; HCl a une action légère sur la poudre de la lave à froid et à la chaleur il l'altère sensiblement, en dégageant une petite quantité de H^2S.

» De l'analyse qualitative que j'ai exécutée sur la lave décomposée avec $CaCO^3$ il résulte qu'elle contient, outre les substances indiquées quantitativement, du Cl, SO^3, TiO et Li^2O.

» Densité à + 22°C. (avec $1,381^{gr}$) = 2,757.

Composition centésimale.

SiO^2	48,45
Ph^2O^5	0,88
Al^2O^3	15,42
Fe^2O^3	2,36
FeO	13,20
MnO	0,42
CrO	0,13
CaO	11,12
MgO	4,87
K^2O	0,91
Na^2O	2,93
Perte par la calcination	0,17
	100,86

» En comparant les analyses du sable, de la cendre et de la lave, on s'aperçoit qu'il existe entre eux une corrélation intime, et, comme je l'ai exposé en d'autres publications, les sables, les cendres et les lapilli ne sont que de la lave broyée.

» Les substances susmentionnées ont une composition chimique presque identique à celles qui ont été jetées dans les dernières conflagrations de l'Etna et peuvent, par conséquent, être regardées comme provenant d'une lave riche en labradorite et pyroxène, ces minéraux y étant contenus en proportion presque égale.

» Les matériaux m'ont été envoyés de Catane par mon ami M. Carmelo d'Amico Grimaldi, que je remercie infiniment. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Dosage volumétrique du soufre dans les sulfures décomposables par l'acide chlorhydrique ou sulfurique.* Note de M. **Fr. Weil**, présentée par M. Debray.

« Le dosage du soufre dans les sulfures métalliques au moyen des procédés en usage (transformation en sulfate par voie humide ou par voie sèche) et notamment dans les sulfures de plomb (galène), sulfure de zinc (blende) et sulfure d'antimoine, n'exige pas seulement beaucoup de temps, mais laisse beaucoup à désirer sous le rapport de l'exactitude.

» Ces anciens procédés ont, en outre, l'inconvénient de donner avec le soufre renfermé dans le minerai à l'état de sulfure tout ou partie du soufre qui peut s'y trouver à l'état de sulfate.

» Mon nouveau dosage volumétrique, que je vais décrire, se fait au contraire très rapidement, fournit des résultats de la plus grande exactitude et ne donne que la totalité du soufre renfermé à l'état de sulfure dans la substance à analyser. Ce dosage se réduit à un titrage de cuivre au moyen de mon procédé volumétrique ([1]).

» Une quantité déterminée de sulfure ou du minerai sulfuré à analyser est introduite dans un petit matras en verre, muni d'un bouchon traversé par un tube de dégagement en verre recourbé. Ce tube plonge dans un vase renfermant une quantité exactement mesurée et en excès d'une solution normale de cuivre, que l'on additionne d'ammoniaque caustique en excès, jusqu'à ce qu'elle soit tout à fait limpide et d'un beau bleu. On peut remplacer la solution de cuivre ammoniacalisée par une liqueur normale tartro-cuprosodique.

» On verse ensuite rapidement un excès d'acide chlorhydrique dans le matras qui renferme le sulfure et l'on établit la communication avec le vase qui renferme la solution cuivrique ammoniacale.

» L'acide sulfhydrique qui se dégage s'y précipite en totalité à l'état de sulfure de cuivre. On chauffe le matras jusqu'à ce que les vapeurs arrivant dans la solution cuivrique n'y produisent plus de précipité. La solution qui reste bleue par l'excès du cuivre ajouté est ou bien séparée par filtration d'avec le précipité ou versée avec lui dans un cylindre gradué où l'on complète avec les eaux de lavage du vase jusqu'à un volume déterminé. On laisse déposer et l'on titre le cuivre resté en solution sur 10^{cc} ou 20^{cc} de liqueur bleue tout à fait limpide. A cet effet, les 10^{cc} ou 20^{cc} de liqueur bleue que l'on introduit à la pipette dans un matras en verre blanc sont additionnés d'environ 50^{cc} d'acide chlorhydrique pur. On chauffe à l'ébullition et l'on ajoute au moyen d'une burette la liqueur de protochlorure d'étain, préalablement titrée, sur cuivre pur, jusqu'à décoloration complète de la liqueur, devenue jaune par l'addition du grand excès d'acide chlorhydrique.

» Le volume de chlorure d'étain employé indique la quantité de cuivre dans les 10^{cc} ou 20^{cc} employés au titrage, et par conséquent dans le volume total de la liqueur bleue, après précipitation d'une partie du cuivre par l'acide sulfhydrique.

([1]) Présenté à l'Académie des Sciences par M. Dumas en 1870, décrit aux *Annales de Chimie et de Physique* de 1872, 4e série, t. XXVII, et avec les plus récents perfectionnements dans la *Revue universelle des Mines,* t. XII, 2e série, p. 191.

» La différence entre la quantité de cuivre trouvée par ce titrage et celle contenue primitivement dans le volume de solution cuivrique normale employée indique la quantité de cuivre précipité par le soufre des sulfures analysés, d'où l'on déduit facilement par le calcul, ou en multipliant cette différence par le coefficient 0,50393, la quantité de soufre contenue dans la prise d'essai des sulfures.

» Il est bon d'introduire un peu de zinc pur en grenailles dans le matras qui renferme le sulfure à analyser. Le zinc a l'avantage de produire de l'hydrogène qui dilue l'acide sulfhydrique et qui aide à chasser du ballon les dernières traces d'acide sulfhydrique. Le zinc facilite aussi l'attaque par l'acide des minerais et en particulier des minerais qui renferment du plomb; car le chlorure de plomb peu soluble résultant de l'attaque est réduit en plomb métallique par le zinc et ne peut plus gêner l'action de l'acide.

» Les détails d'exécution pratique et les vérifications contenues dans le Mémoire ne peuvent trouver place dans cette Note. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Recherches sur le développement de la betterave à sucre : étude de la souche.* Note de M. Aimé Girard, présentée par M. Peligot.

« Les questions que soulève l'étude de la souche de la betterave sont nombreuses. Je ne saurais les discuter toutes dans ce court résumé; je me contenterai de signaler les résultats principaux que cette étude m'a fournis.

» Ces résultats, je les condenserai d'abord dans le Tableau suivant où sont inscrites les données recueillies de douze en douze jours, lors de l'examen de chacun des dix lots de la betterave F. d'Herouël, cultivée en 1885, sur le terre-plein dont j'ai précédemment décrit les dispositions.

MESURES DIVERSES.

	8 juin.	19 juin.	2 juillet.	15 juillet.	29 juillet.	10 août.	24 août.	5 sept.	18 sept.	1er oct.
Poids de la souche............	1gr,12	11gr,9	94gr	173gr	302gr	404gr	520gr	660gr	796gr	965gr
» séchée.....	0gr,12	1gr,3	10gr,7	26gr,7	47gr,5	69gr,2	88gr,7	101gr,8	132gr,6	169gr,8
Surface de la souche..........	17cq	42cq	119cq	177cq	246cq	280cq	314cq	352cq	378cq	417cq
Proportion de la souche pour 100 de la plante............	6,8	15,1	24,8	29,5	38,9	45,7	52,0	57,3	59,8	63,3

COMPOSITION EN CENTIÈMES.

	8 juin.	19 juin.	2 juillet.	15 juillet.	29 juillet.	10 août.	24 août.	5 sept.	18 sept.	1er oct.
Eau..........................	89,09	88,81	88,58	85,11	84,26	82,87	82,74	84,57	83,34	82,40

	8 juin.	19 juin.	2 juillet.	15 juillet.	29 juillet.	10 août.	24 août.	5 sept.	18 sept.	1er oct.
Matières solubles.										
Saccharose	1,45	4,49	5,40	8,98	9,96	11,17	11,30	9,41	10,46	12,19
Glucose	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Matières organiques autres	3,17	1,68	1,16	0,93	1,13	0,83	1,10	1,60	1,46	1,01
Matières minérales	1,81	1,30	1,25	1,13	0,98	1,20	0,95	0,91	1,06	0,99
Total	6,43	7,47	7,81	11,04	12,07	13,20	13,35	11,92	12,98	14,23
Matières insolubles.										
Ligneux	4,10	3,40	3,37	3,58	3,44	3,70	3,93	3,30	3,49	3,17
Matières minérales	0,38	0,26	0,25	0,27	0,23	0,23	0,22	0,21	0,19	0,20
Total	4,48	3,66	3,62	3,85	3,67	3,93	4,15	3,51	3,68	3,37

» Pour tirer des résultats ci-dessus un enseignement fructueux, c'est chose nécessaire que de les rapprocher des données météorologiques de la campagne. C'est ce que j'ai pu faire, grâce aux registres si soigneusement entretenus à l'observatoire du Parc-Saint-Maur, par M. Renou.

» Si, à l'aide des divers documents ainsi réunis, on considère d'abord la souche sous le rapport de sa composition centésimale, on est aussitôt frappé de ce fait : que, en dehors de l'eau et du sucre, les diverses matières qui interviennent dans cette composition y figurent, pendant la plus grande partie de la végétation, en proportion presque invariable.

» C'est, en effet, entre le sucre et l'eau que s'accomplit spécialement le jeu des variations que présente la composition de la souche de la betterave à sucre. Ces variations sont considérables, d'ailleurs; et, pour en apprécier l'étendue, il suffit de remarquer que, du 19 juin au 1er octobre, les proportions d'eau s'abaissent de 88,81 à 82,40 pour 100, tandis que les proportions de sucre s'élèvent de 4,49 à 12,19.

» Quelles que soient ces variations cependant, on n'en voit pas moins la somme de l'eau et du sucre représentée par un nombre constant, nombre que, en tenant compte des erreurs d'analyse, on peut, ainsi que le montre le Tableau ci-dessous, fixer à 94 pour 100 du poids de la souche.

	Sucre.	Eau.	Total.		Sucre.	Eau.	Total.
2 juillet.	5,40	88,58	93,98	24 août.	11,30	82,74	94,04
15 »	8,98	85,11	94,09	5 sept. .	9,61	84,59	93,98
29 »	9,96	84,26	94,22	18 »	10,46	83,34	93,80
10 août. .	11,17	82,87	94,04	1 oct. . .	12,19	82,40	94,59

» La constatation du fait que je viens de signaler présente, au point de vue physiologique, une importance sérieuse. Déjà, dans mes recherches antérieures, j'avais eu l'occasion de l'observer, notamment en 1874 où, sous l'influence des nématodes, la richesse saccharine de la betterave tom-

bant de 8,31 à 5,25, j'avais vu la teneur en eau s'élever de 85,62 à 85,29 et constituer ainsi, avec le sucre, le total constant de 94 pour 100.

» De l'étude que je résume en ce moment, résultent encore d'autres conséquences intéressantes : en premier lieu, la possibilité de voir la richesse saccharine de la souche s'accroître jusqu'à la limite extrême de la végétation ([1]). C'est ainsi que, du 18 septembre au 1er octobre, j'ai pu voir la richesse saccharine passer de 10,46 à 12,19 pour 100; qu'en laissant dans le sol quelques betteraves jusqu'au 20 octobre j'ai pu les trouver riches à 13,95 pour 100; qu'enfin, pour d'autres races végétant en plein champ, j'ai pu voir la souche, jusqu'aux premières gelées de décembre, augmenter à la fois en richesse et en poids.

» Un fait intéressant à signaler encore consiste en ceci, que, contrairement à une opinion généralement répandue, le sucre, une fois formé et emmagasiné dans la souche, y subsiste, quelles que soient les conditions de la végétation, et qu'on ne le voit pas, par exemple, disparaître à la suite des pluies, pour servir à la formation de feuilles nouvelles. A la formation de ces feuilles, en effet, le saccharose emmagasiné dans la souche n'intervient que dans une mesure insignifiante. Aussitôt le premier canevas formé, la feuille se colore, et sa végétation chlorophyllienne devient indépendante des matières organiques logées dans la souche. La souche, il est vrai, grossit alors par formation de tissus nouveaux, mais c'est d'eau seulement que ces tissus se remplissent.

» De tous ces mouvements on peut se rendre compte, en calculant, comme ci-dessous, les accroissements par périodes de douze jours, c'est-à-dire les gains de la souche en poids, en poids de sucre, etc.

Augmentation du poids	8 juin - 19 juin	19 juin - 2 juillet	2 juillet - 15 juillet	15 juillet - 29 juillet	29 juillet - 10 août	10 août - 24 août	24 août - 5 sept.	5 sept. - 18 sept.	18 sept. - 1er oct.
	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr
De la souche	10,78	82,0	79,0	129,0	102,0	116,0	140,0	136,0	169,0
De la souche séchée	1,21	9,4	16,0	21,2	21,3	21,5	13,1	31,8	37,2
Du sucre	0,5	4,5	10,5	14,5	14,6	14,0	3,3	21,2	33,6

» Dans l'accroissement de la souche, on distingue alors trois périodes bien nettes, et non plus deux, comme on le fait d'habitude. Jusqu'au 15 juillet, le végétal se constitue et s'accroît suivant une progression rapide. Du 15 juillet au 24 août, l'accroissement, sous l'influence de conditions

([1]) Déjà, en 1839, M. Peligot avait signalé un fait semblable, mais l'importance de cette observation a été longtemps méconnue.

météorologiques favorables, devient d'une constance remarquable; la souche gagne par jour 10gr environ en poids total. Dans ce gain, la matière sèche figure pour 2gr environ, le sucre pour 1gr. Puis vient la dernière période, ou période automnale, dans laquelle l'augmentation du poids et de la richesse saccharine devient plus importante encore.

» Au cours de ces trois périodes, les gains en matière sèche et en sucre restent, bien entendu, dépendants de l'état de l'atmosphère. C'est ainsi que, à la suite des pluies abondantes de la fin d'août 1885, ces gains s'abaissent à 1gr,3 et 0gr,3; mais l'accroissement total de la souche qui s'hydrate n'en reste pas moins dans ces circonstances égal à 10gr environ par jour.

» De ces observations et de plusieurs autres contenues dans le Mémoire d'où cette Note est extraite, il résulte que la souche de la betterave est, au cours de son accroissement, constituée par un tissu à composition fixe, dans les organes élémentaires duquel l'eau et le sucre, formant une somme constante, se remplacent l'un l'autre suivant les circonstances. »

ANATOMIE. — *Recherches sur la structure du cerveau du scorpion.* Note de M. G. **Saint-Remy**, présentée par M. H. de Lacaze-Duthiers.

« Le cerveau du scorpion est formé par une masse centrale de substance médullaire, nue en arrière, mais recouverte en haut, en avant et en partie sur les côtés par des couches cellulaires. La formation de cet organe par deux moitiés latérales symétriques est indiquée par une échancrure de la masse médullaire correspondant au sillon vertical antérieur, qui le divise extérieurement en deux lobes.

» Vers le tiers moyen de sa hauteur, le cerveau est constitué en majeure partie par cette substance médullaire, et les cellules représentent seulement une bande médiane antérieure remplissant l'échancrure. A ce niveau, celle-ci est très étroite et très profonde, et est continuée par une lame de tissu conjonctif formant une sorte de mince écran antéro-postérieur, séparant complètement les deux lobes. Dans le tiers supérieur, l'échancrure s'élargit graduellement, en même temps que la substance médullaire cesse d'occuper une partie de la face antérieure du cerveau, et s'échancre de chaque côté sur les bords postérieurs latéraux du cerveau; des couches cellulaires prennent sa place. La substance médullaire forme alors, à la face postérieure, une épaisse lame, d'où part, de chaque côté, une autre lame, dirigée obliquement en avant et en dehors, qui atteint et occupe une

partie de la surface latérale du cerveau, séparant ainsi les couches cellulaires antérieures d'une bande postéro-latérale. Ces deux masses médullaires latérales se réduisent en épaisseur à mesure qu'on se rapproche de la face supérieure du cerveau et cessent d'atteindre la surface latérale, de sorte que les couches cellulaires deviennent plus épaisses et plus étendues, les antérieures rejoignant celles de la bande latérale postérieure. La substance médullaire n'atteint pas la surface supérieure du cerveau, qui est occupée par une couche de cellules épaisse sur les côtés, mais très mince en arrière, où la lame postérieure forme une sorte de bourrelet médullaire transversal, recouvert seulement par quelques assises de cellules. Ce bourrelet se colore fortement en noir par l'acide osmique et se montre alors divisé en trois lamelles.

» Toute cette région, formée par plus des deux tiers de la masse sus-œsophagienne, représente le ganglion optique, et c'est d'elle que sortent les deux paires de nerfs oculaires. Les *nerfs optiques médians* naissent de l'extrémité antérieure et supérieure des masses médullaires latérales et sortent aux angles externes du cerveau. Les *nerfs optiques latéraux* prennent leur origine un peu plus bas.

» Dans le tiers inférieur du cerveau, l'échancrure médiane antérieure de la substance médullaire s'atténue peu à peu; les couches cellulaires sont, par suite, moins épaisses sur la ligne médiane, mais elles s'étendent sur les faces latérales. Au niveau du passage de l'œsophage, le revêtement cellulaire latéral se continue sur la face latérale externe de la commissure correspondante. On sait, depuis les dernières recherches sur le développement des Aranéides, que, chez ces animaux, ce sont les ganglions originels des chélicères, correspondant aux ganglions mandibulaires des Insectes, qui forment les portions ventrales de la masse sus-œsophagienne et les commissures. Chez le scorpion adulte, les coupes montrent que le ganglion commun des chélicères commence un peu au-dessus du passage de l'œsophage, se continue par ce qu'on est convenu d'appeler les commissures, et prend une très faible part à la formation de la masse sous-œsophagienne; en d'autres termes, l'œsophage traverse le ganglion des chélicères. Ce ganglion donne naissance à trois nerfs : les deux nerfs pairs des chélicères ou nerfs mandibulaires et un nerf impair médian. Chaque nerf mandibulaire (nerf antennaire de M. Blanchard) prend naissance dans la région postérieure médullaire de la commissure correspondante, et se porte obliquement en avant, en haut et en dehors contre le névrilemme, séparé de la masse médullaire par les cellules. Il arrive ainsi à sortir sur

le bord antérieur et externe du ganglion sus-œsophagien au niveau de l'union du tiers inférieur avec les deux tiers supérieurs de ce ganglion (région optique), comme l'a décrit et figuré M. Blanchard (*Organ. du R. anim.*), contrairement à l'opinion de L. Dufour, qui le fait sortir de la masse sous-œsophagienne (*Hist. anat. du scorpion*). Quant au nerf impair médian, qui n'a pas encore été signalé et dont je ne connais pas encore jusqu'ici le trajet hors du cerveau, il naît des commissures par deux racines; chacune d'elles quitte la substance médullaire à l'angle antérieur et interne de la commissure, se réunit presque de suite, au-dessus de l'œsophage, avec son homologue du côté opposé, et leur masse commune, appliquée contre le névrilemme, s'élève le long de la ligne médiane, à la face antérieure du cerveau dont les cellules l'entourent en arrière et sur les côtés, pour aller sortir au même niveau que les nerfs des chélicères.

» Les centres nerveux sont enveloppés d'un névrilemme externe, pourvu de noyaux aplatis, et il existe un névrilemme interne qui sépare la substance médullaire des couches cellulaires. Ces deux névrilemmes envoient l'un vers l'autre de fins prolongements fibreux qui, en se ramifiant et s'anastomosant, forment les loges enveloppant chaque cellule. De plus, il en part des prolongements plus considérables, accompagnés de noyaux ovalaires ou arrondis, multinucléolés, qui s'enfoncent dans la masse médullaire : c'est par des cloisons de cette nature que sont séparés incomplètement les ganglions.

» C'est grâce à l'obligeance de M. le professeur de Lacaze-Duthiers, qui m'a fait envoyer des animaux de son laboratoire de Banyuls, que j'ai pu entreprendre cette étude, et je saisis l'occasion de lui en offrir tous mes remerciements. »

ANATOMIE. — *Structure de la vésicule germinative du* Siphonostoma diplochœtos, *Otto* (1). Note de M. **Et. Jourdan**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Les ovules du Siphonostome mesurent 130 µ; la vésicule germinative à elle seule atteint la taille de 50 µ de diamètre. Ce gros nucléus ovulaire possède toutes les parties constitutives des noyaux cellulaires, c'est-à-dire un réticulum nucléaire coloré en rose pâle par le carmin aluné et la

(1) Laboratoire de Zoologie marine de Marseille.

safranine, réticulum qui présente quelquefois un point nodal indépendant du nucléole, une substance intermédiaire homogène, achromatique, légèrement colorée en brun par l'acide osmique et enfin des grains fortement imprégnés par les réactifs colorants. Ces corpuscules sphériques, à contours nets et bien délimités, se distinguent de la substance achromatique et du réseau nucléaire par leur couleur vive et leur indépendance au sein de la vésicule. Ces taches sont les unes des nucléoles véritables, les autres des grains de substance chromatique distincts du nucléole et séparés de lui par une distance plus ou moins grande. Le nucléole se présente avec des aspects divers : tantôt il a l'apparence d'une petite sphère homogène, fortement colorée en brun par l'acide osmique, en rouge sombre par la safranine; tantôt il offre une teinte plus claire due à la présence de nombreuses granulations moins sombres qui lui donnent une tranparence plus grande. Quelquefois enfin un nucléole, constitué tout entier par de fines granulations, renferme à la fois une tache presque noire et une autre complètement transparente. Souvent, au lieu d'être en contact immédiat avec le suc nucléaire, la tache germinative en est séparée par une petite zone, sorte de limbe, qui s'en distingue par une coloration différente. Cette couche peut quelquefois s'accumuler à un seul de ses pôles et y constituer une sorte de corps accessoire qui paraît être un produit de son activité. J'ai pu remarquer des états fort différents et en quelque sorte intermédiaires, paraissant indiquer que ce corps peut se détacher du nucléole et prendre en même temps une couleur de plus en plus vive.

» Certaines vésicules germinatives présentent des particularités encore plus intéressantes : le nucléole est entouré d'un grand nombre de grains de substance chromatique qui le masquent et lui donnent un aspect framboisé. Dans d'autres cas encore, il semble avoir complètement disparu, et, à sa place, on ne constate plus que l'existence de nucléoles accessoires groupés en un amas irrégulier ou sphérique.

» Peut-on tirer des observations dont je viens d'exposer les résultats quelque conclusion apportant des données nouvelles sur la structure du noyau cellulaire? Un premier fait, sur lequel je ne conserve aucun doute dans le cas particulier que j'ai examiné, a trait aux rapports du nucléole avec le réticulum nucléaire : sur ce point, toutes mes observations tendent à démontrer une indépendance complète entre ces deux parties constitutives du nucléus ovulaire. Les observations précédentes me conduisent aussi à penser que le nucléole principal est capable de produire, même à l'état de repos de l'élément ovulaire, un certain nombre de grains de

substance chromatique, qui s'en détachent et émigrent dans le suc nucléaire en formant tout autant de molécules secondaires. Que deviennent ces grains? Sortent-ils du noyau ou bien finissent-ils par se confondre avec le réticulum? Mes observations ne me permettent pas de me prononcer sur ce point. »

ANATOMIE. — *De l'évolution post-embryonnaire du sac vitellin chez les oiseaux.* Note de MM. **Charbonnel-Salle** et **Phisalix**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« On sait que, peu de temps avant l'éclosion, le sac vitellin, d'abord extérieur à l'embryon, est attiré par son pédicule dans la cavité abdominale qui se referme sur lui. Quelle est sa destinée ultérieure? Les plus récents Traités d'Embryologie ne donnent à ce sujet aucun renseignement précis.

» Notre attention a été attirée sur ce sujet par la constatation fortuite, dans la cavité péritonéale, chez les jeunes Pigeons, d'un corps mou, jaunâtre, complètement libre à la manière d'un corps étranger. Un examen approfondi nous montra qu'il s'agissait d'un vestige du sac vitellin, et il nous parut intéressant d'étudier, chez quelques oiseaux, le mécanisme de sa disparition, ainsi que les modifications histologiques de sa paroi et de son contenu.

» Chez le Pigeon, le pédicule vitellin s'atrophie avant la naissance, et le sac n'est plus relié à l'intestin que par les vaisseaux vitellins. Il en résulte que ce cordon vasculaire, très grêle, long d'environ $0^{m},02$, subit un tiraillement, ainsi qu'une torsion, qui produit bientôt son oblitération. A ce moment, c'est-à-dire un mois environ après l'éclosion, le pédicule se rompt et le sac, devenu libre, flotte au milieu des viscères. Il en est de même chez le Pinson et la Fauvette. Plus tard, il contracte des adhérences avec les viscères; il est enveloppé par des vaisseaux de nouvelle formation et complètement résorbé.

» Chez le Poulet et le Canard, au contraire, le pédicule vitellin persiste et se raccourcit en entraînant avec lui le sac; celui-ci ne devient jamais libre; sa résorption est très rapide et, vers le sixième jour pour le Poulet, le douzième pour le Canard, on n'en trouve plus qu'un reste insignifiant.

» D'après ces faits, il semble que la résorption du vitellin est plus active chez les oiseaux qui, dès l'éclosion, mènent une vie libre. Voici les modifications que subit, chez le Pigeon, le corps vitellin après l'éclosion.

» 1° *La paroi.* — A la face interne, les appendices vitellins, déjà décrits par Courty, sont encore en pleine activité. Autour des capillaires qui les constituent existe une gaine de cellules spéciales, jouant un rôle important dans l'absorption des éléments nutritifs du jaune. *Ces cellules périvasculaires*, accolées par leur base à la paroi du vaisseau, ont subi de telles modifications, sans doute par l'exercice même de leurs fonctions, qu'à première vue il est difficile de reconnaître leur véritable nature. Mais si l'on enlève par les réactifs appropriés les éléments du jaune qui les distendent, on voit qu'elles sont constituées par un protoplasma et un noyau aplati contre la base. Ce protoplasma, mis en évidence par les réactifs colorants, est gorgé de sphères vitellines, dont la disparition donne naissance à des vacuoles : de là résulte son aspect réticulé. Par des prolongements délicats, la paroi des cellules se relie à un réseau protoplasmique nucléé qui cloisonne le jaune. Au fur et à mesure de l'absorption des sphérules vitellines, les cellules périvasculaires s'affaissent; leur protoplasma devient continu et le capillaire, se rétrécissant, devient imperméable. Dans le sac vitellin libre, la paroi, fortement épaissie, n'est plus constituée que par une charpente conjonctive, dans les mailles de laquelle on reconnaît les cellules périvasculaires modifiées. Près de la surface externe, on trouve encore des capillaires dont la lumière distincte est remplie de globules sanguins plus ou moins modifiés. Il y existe, en outre, d'énormes faisceaux conjonctifs de nouvelle formation.

» 2° *Le contenu.* — Si l'on ouvre sous l'eau le sac vitellin après l'éclosion, le contenu se divise en deux parties : d'une part, de nombreux globules huileux s'élèvent à la surface; d'autre part, on trouve au fond un dépôt blanchâtre, d'aspect sableux; même résultat si l'on examine dans son propre milieu cette matière au microscope. Parmi les globules qui surnagent, les uns, plus nombreux, variant du gris clair au jaune, sont arrondis et moins denses à leur centre qui réagit comme une vacuole. Leur caractère le plus saillant est la biréfringence qui se manifeste par la croix de polarisation. L'éther et l'alcool leur enlèvent cette propriété; l'acide osmique les noircit fortement. Ce sont ces globules, de 2μ à 15μ, que nous avons signalés déjà dans les cellules périvasculaires; ils sont sans doute identiques à ceux que MM. Dastre et Morat ont si bien étudiés dans l'œuf, au point de vue de leur composition chimique. Les autres globules surnageants ne diffèrent des précédents que par leur homogénéité, leur coloration toujours jaune et l'absence de la croix de polarisation; à la période ultime, ces glo-

bules s'agglomèrent en masses plus volumineuses qui viennent se concréter à la surface.

» Quant au précipité blanchâtre, le microscope y révèle des corpuscules durs, éclatant sous la pression, à couches concentriques et à stries rayonnantes. Très avides de matières colorantes, gonflés par la potasse, insolubles dans l'alcool bouillant et dans l'éther, ils se détruisent sous l'action des acides en dégageant de nombreuses bulles gazeuses ; à la fin, il ne reste plus de ces corps qu'un stroma délicat, non réfringent, colorable par les réactifs et conservant la striation. La solution ainsi obtenue donne par l'acide oxalique un précipité soluble dans l'acide azotique. Ce sont là de vraies *calcosphérites*, dont le nombre et les dimensions (10μ à 50μ) augmentent à mesure que la matière vitelline disparaît par absorption. La production de ces corps, qui présentent parfois la croix de polarisation, semble due au départ des matières grasses du vitellus ; en effet, l'éther, agissant sur la matière grasse concrétée, dissout une huile d'un beau jaune et fait apparaître dans le résidu des calcosphérites identiques aux précédents. On réalise ainsi, avec les matériaux mêmes du vitellus, la synthèse de ces corps.

» En résumé, après l'éclosion, c'est sous forme de corpuscules biréfringents que la plus grande partie des matières du jaune est absorbée, et, à la période ultime, le contenu du sac vitellin libre est caractérisé par l'abondance des sels calcaires qui, s'associant à une matière organique, forment des concrétions à couches concentriques. »

ZOOLOGIE. — *Sur le système vasculaire des* Spatangus purpureus [1]. Note de M. **H. Prouho**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« D'après les descriptions que les divers auteurs en ont données, le système vasculaire des Spatangues présente avec celui des Oursins de telles différences qu'il est bien difficile, sinon impossible, d'en homologuer les diverses parties chez ces deux types.

» Cette difficulté résulte, à mon avis, de ce que certains faits anatomiques ont été imparfaitement observés.

» On sait qu'il existe, chez le *Spatangus purpureus*, au-dessous de la plaque

(1) Ce travail a été fait au Laboratoire Arago.

madréporique, deux plaques calcaires spéciales qui constituent ce que Hoffmann désigne sous le nom de *Stützapparat*. Cet appareil de soutien donne attache à diverses lames mésentériques et, selon les auteurs, abrite l'extrémité apicale du canal du sable qui viendrait se loger entre les deux plaques. Il y a là une erreur. Ce prétendu canal du sable ne communique pas avec les pores aquifères et ce n'est rien autre chose qu'un prolongement de l'organe ovoïde, un *processus glandulaire* en tout semblable à celui que j'ai signalé chez le *Dorocidaris* ([1]). Très développé chez le Spatangue, ce processus chemine entre les deux plaques du *Stützapparat* et se met en rapport avec un tissu spongieux abondant.

» Le véritable tube aquifère ne pénètre pas entre les deux plaques : il débouche à plein canal à l'extrémité postérieure de l'une d'elles, la plaque droite, dans laquelle se continuent les pores aquifères. Cette plaque fait partie du madréporite dont elle est une apophyse.

» Le canal du sable n'est d'ailleurs pas le seul conduit qui débouche à l'extrémité de cette apophyse; car au même point vient s'ouvrir simultanément un conduit qui, au même titre que chez l'Oursin, est le canal excréteur de la glande ovoïde : nous retrouvons donc ici les mêmes dispositions essentielles que chez les *Dorocidaris*. Mais revenons au canal du sable.

» Il naît, comme je l'ai déjà dit, de l'extrémité postérieure de l'apophyse madréporique, se dirige vers la glande ovoïde et à peine a-t-il cheminé sur cet organe qu'il se transforme complètement. Il perd son épithélium columnaire si caractéristique et devient un conduit irrégulier émettant de nombreuses et très petites ramifications latérales tout le long de son parcours jusque vers l'œsophage. Là, sa lumière se régularise et il atteint ainsi l'anneau aquifère péribuccal. Pendant tout son trajet, ce canal étale ses petites arborisations latérales sur un deuxième vaisseau qui lui est intimement accolé. Celui-ci doit être bien distingué du premier; il n'appartient pas au système vasculaire aquifère et fait partie du système vasculaire sanguin. Naissant de l'anneau sanguin péribuccal, c'est lui qui porte le sang à la glande ovoïde.

» Les rapports de ces deux canaux sont tellement intimes que, tout le long de leur parcours, les échanges entre les deux doivent être normaux et constants.

» C'est l'ensemble de ces deux vaisseaux qui a été appelé *canal du sable* par les auteurs. Cette dénomination est inexacte : on ne peut la conserver.

([1]) Voir *Comptes rendus*, 1er semestre, t. CII, p. 1403; 1886.

Remarquons en effet que : 1° comme l'anneau de Poli du *Cidaris*, le double canal en question est formé de deux parties, l'une aquifère, l'autre sanguine, étroitement unies ensemble; 2° comme l'anneau de Poli, le double canal du Spatangue permet les échanges entre le système vasculaire sanguin et le système vasculaire aquifère. Le prétendu canal du sable des auteurs est donc, depuis l'organe ovoïde jusqu'aux anneaux vasculaires buccaux, l'homologue de l'anneau de Poli des *Cidaridæ*, et c'est pour rappeler cette homologie que l'on peut l'appeler *canal de Poli*, réservant le nom de *canal du sable* ou *tube aquifère* au vaisseau à épithélium columnaire qui s'étend de l'extrémité postérieure de l'apophyse madréporique au double canal dont il vient d'être question. De même que chez les *Cidaridæ* le canal du sable débouche dans la partie aquifère de l'anneau de Poli, de même chez le Spatangue ce canal débouche dans la partie aquifère du canal de Poli.

» La moitié aquifère de ce dernier communique avec les cinq vaisseaux aquifères ambulacraires par l'intermédiaire d'un anneau péribuccal, et la moitié sanguine est en communication avec les cinq vaisseaux ambulacraires sanguins également par le moyen d'un anneau péribuccal sanguin. Ce dernier reçoit d'autre part une branche œsophagienne du vaisseau marginal interne, qui le relie ainsi à tout le système intestinal.

» On a considéré, à tort, cette branche comme une voie de communication entre les deux systèmes vasculaires, car elle appartient uniquement au système vasculaire sanguin et n'a aucune relation avec le système aquifère. C'est l'homologue de la branche œsophagienne du vaisseau marginal interne chez l'Oursin.

» En résumé, chez le Spatangue, les deux systèmes vasculaires restent distincts comme chez l'Oursin; nulle part ils ne communiquent à plein canal et les rapports des deux systèmes sont les mêmes chez les deux types.

» Le double anneau de Poli du *Cidaris* est remplacé par le double canal de Poli du Spatangue. C'est là toute la différence; chez le Spatangue le canal du sable conserve, avec le Madréporite, les mêmes rapports chez les Réguliers. Il en est de même de la glande ovoïde. »

ZOOLOGIE. — *Des glandes chez les Insectes. — Sur un prétendu « nouveau type de tissu élastique »*. Note de M. J. GAZAGNAIRE, présentée par M. Blanchard.

« Dernièrement, j'ai porté mon attention sur les glandes des Insectes, surtout sur les glandes unicellulaires signalées pour la première fois par Meckel, 1846, étudiées depuis par Stein, 1847, Sirodot, Leydig, 1859, etc.

» Les cellules glandulaires d'origine ectodermique sont très répandues chez les Insectes, principalement chez les Coléoptères. Elles fournissent des sécrétions très diverses, dues à la nature du protoplasma, et pourtant leur constitution histologique est si homogène que l'on se croirait autorisé à émettre l'idée que, dans cette classe d'animaux, toute glande ectodermique doit présenter, dans sa constitution d'ensemble, la même structure. Il en découlerait que la structure de la glande dénoterait en quelque sorte son origine.

» Cet énoncé, certainement trop dogmatique pour l'heure présente, me permet cependant de relever une méprise importante de la part d'un observateur consciencieux. En effet, la lecture du travail de M. H. Viallanes ([1]), l'observation attentive des dessins donnés par l'auteur ne laissent aucun doute dans mon esprit.

» Les prétendues *cellules élastiques* que M. H. Viallanes décrit dans le tube caudal stigmatifère de l'*Eristalis* comme *un nouveau type de tissu élastique* ne peuvent être et ne sont que des glandes cutanées unicellulaires, ayant pour fonction de lubrifier les régions où se déversent les conduits excréteurs dont M. H. Viallanes n'a pas songé à chercher les points de sortie.

» Pour transmettre ma conviction aux autres, je m'appuierai sur les observations exactes du travail de M. H. Viallanes dont je transcris les passages principaux :

« On trouve dans le tube aspirateur de la larve d'*Eristalis* des cellules très curieuses, modifiées pour remplir le rôle d'appareils élastiques.

([1]) H. VIALLANES, *Note sur un nouveau type de tissu élastique* (*Comptes rendus*, 23 juin 1884). — H. VIALLANES, *Sur un nouveau type de tissu élastique observé chez la larve de l'*Eristalis, 1 planche (*Annales des Sciences naturelles*, t. XVII, nos 5 et 6; 1885).

» Ces éléments, que je désignerai sous le nom de *cellules élastiques,* ont la forme d'un fuseau ; l'une de leurs extrémités se fixe à la membrane péritonéale des grosses trachées, du tube aspirateur, l'autre s'étend comme un très long prolongement cylindrique qui, lui aussi, va prendre insertion sur des organes voisins.

» Dans le corps de la cellule, au milieu du protoplasma, on trouve un gros noyau.

» Au sein du protoplasma est développé un long fil parfaitement cylindrique et très réfringent, qui présente les mêmes propriétés optiques et mécaniques que la fibre élémentaire du tissu élastique des Vertébrés. »

» Je veux bien en convenir, mais un fil de nature chitineuse possède aussi, dans certaines circonstances, les propriétés signalées par M. H. Viallanes.

« Sur une partie de sa longueur, ce fil élastique est pelotonné et recroquevillé ; sur le reste de son étendue, il est, au contraire, rectiligne. La partie pelotonnée du fil est située dans le corps cellulaire, la partie rectiligne occupe l'axe du prolongement. »

» En 1859, pour la première fois, le Dr F. Leydig [1] a décrit et représenté des glandes unicellulaires bien semblables, dans leur ensemble, à celles découvertes en 1884 par M. H. Viallanes.

« Traité par l'acide sulfurique, le fil élastique n'est pas dissous et ses propriétés optiques ne s'altèrent en rien. Ni l'acide acétique, ni la potasse ne le détruisent : ces agents modifient seulement son aspect; sous leur influence, il perd beaucoup de sa réfringence et se montre alors limité par un double contour, ce qui donne lieu de penser qu'il est en réalité formé d'une enveloppe et d'un contenu jouissant de propriétés chimiques différentes. »

» Aurait-on à décrire un tube chitineux d'une observation difficile, on ne ferait pas mieux. Oui, c'est bien un tube *à double contour*, de nature chitineuse certainement, dont le *contenu* — huileux — *jouit de propriétés chimiques différentes*. C'est la manière d'être de tout conduit excréteur.

» M. H. Viallanes est allé plus loin encore dans son observation :

« L'un des bouts du fil se termine dans le corps de la cellule, au sein même du protoplasma, par une extrémité renflée. Quand, à un fort grossissement, on porte son attention sur elle, on remarque qu'à son contact le protoplasma est plus transparent et forme autour d'elle comme une zone étroite, claire, très finement marquée de stries extrêmement délicates. »

» C'est une description parfaite. Le Dr F. Leydig, en 1859, n'était pas

---

(1) F. LEYDIG, *Zur Anatomie der Insecten,* Pl. II, *fig.* 3, 6, 7, chez *Dyticus, Melolontha, Timarcha coriaria.*

plus clair, quand, pour la première fois, il signalait ces striations et avançait la légitime hypothèse que les *extrémités renflées*, les renflements des cellules glandulaires observées par lui chez *Dyticus, Melolontha*, etc., étaient des réservoirs pour la sécrétion protoplasmique, les striations, de fins canalicules, par où le liquide sécrété pénétrait dans le réservoir.

» M. H. Viallanes considère-t-il son explication comme plus légitime?

« Le bout renflé du fil élastique » servira-t-il encore « à ancrer l'extrémité de celui-ci » au milieu de la pâte protoplasmique qui l'englobe », pour faciliter « aux cellules » élastiques la fonction de véritables ressorts à boudins? »

» Terminons :

« L'autre bout du fil paraît correspondre au point d'attache du filament, mais, faute d'observation précise, je ne puis décrire son mode de terminaison. »

» Je crois que, dans la circonstance, M. H. Viallanes aurait vaincu la difficulté, s'il avait fait usage des vieux procédés, de la fine dissection qui n'exclut nullement l'emploi du microscope.

» Il aurait établi le rapport principal de cette cellule *curieuse* et aurait reconnu qu'il se trouvait devant une glande unicellulaire cutanée, dont la fonction s'imposait, et non devant une *cellule élastique*, mécaniquement inutile, les trois articles du tube caudal stigmatifère de l'*Eristalis*, par leur nature et leur musculature, pouvant admirablement s'emboîter et se déboîter comme les articles d'une lunette d'approche. »

ZOOLOGIE. — *Sur quelques particularités histologiques du tube digestif des Ascidies simples et notamment des Cynthies*. Note de M. L. **Roule**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« La paroi du tube digestif des Cynthiadées renferme des éléments tubulaires particuliers; ces éléments, très petits et très nombreux, ayant environ 10 à 15 μ de diamètre, sont plongés dans la trame conjonctivo-musculaire de la paroi intestinale, depuis l'estomac jusqu'au rectum; l'œsophage en est dépourvu. Ils s'entre-croisent d'ordinaire en un réseau à mailles serrées, sauf pourtant dans le rectum, où ils sont pour la plupart parallèles les uns aux autres et parallèles à l'axe longitudinal de l'organe qui les contient; ils se groupent le plus souvent autour des lacunes sanguines. Leur paroi, fort simple, est constituée par une seule couche d'épithélium à petites cellules cubiques, munies d'un noyau volumineux et très

réfringent; leur cavité, sensiblement d'égal calibre dans toute l'étendue du tube, renferme des granulations plus ou moins fines qui ne m'ont pas paru posséder des formes déterminées.

» Ces éléments existent, avec cette structure, chez toutes les Cynthies que j'ai étudiées au laboratoire de Zoologie marine de la Faculté des Sciences de Marseille, et dont la description fait l'objet d'un Mémoire en voie de publication dans les *Annales des Sciences naturelles,* mais non chez les *Polycarpa varians* Heller. Les éléments tubulaires de ces *Polycarpa* sont tous terminés par des dilatations ampullaires ovoïdes; ces ampoules terminales sont placées au-dessous de l'épithélium intestinal interne, et leurs cavités se continuent directement avec celles des tubes dont elles proviennent. Leurs parois, assez minces, sont constituées par une seule couche de cellules polygonales, aplaties, semblables à des cellules d'endothélium. Chaque tube ne porte qu'une ampoule; le diamètre moyen de cette dernière est de 20 à 25μ; la portion du tube qui la suit immédiatement est rectiligne, son diamètre atteint 4 à 5μ. Ces portions étroites se réunissent deux à deux ou trois à trois, après un certain trajet, pour donner naissance par leurs anastomoses à des canaux larges de 8 à 10μ; ces derniers se fusionnent encore, et les tubes provenant de cette fusion offrent un diamètre moyen de 12 à 15μ. De plus, les portions minces sont à peu près rectilignes, dirigées perpendiculairement à la surface de la paroi intestinale, tandis que les canaux larges sont flexueux et parallèles à l'axe longitudinal de l'intestin. En somme, il faut considérer le tout comme un appareil tubulaire ramifié, dont les gros troncs s'anastomosent en réseau dans l'épaisseur de la paroi digestive, tandis que les ramifications ultimes se dirigent vers l'épithélium intestinal interne, sous lequel elles se terminent par des dilatations ampullaires. La structure des tubes correspond à celle indiquée plus haut; de même, leurs différentes régions sont entourées par un réseau vasculaire très riche.

» Je n'ai pu trouver à cet appareil, malgré de nombreuses recherches (coupes dans tous les sens, injections), les pores de sortie, et il me semble que ces canaux sont clos, qu'ils ne communiquent ni avec la cavité digestive ni avec la cavité péribranchiale qui entoure le tube digestif. D'autre part, les éléments de cet appareil sont de beaucoup moins nombreux chez les jeunes que chez les adultes; ils augmentent en quantité avec l'âge, et paraissent provenir de groupes de cellules mésodermiques placés dans la paroi intestinale de l'embryon. Ils correspondent donc, par leur origine, aux vésicules closes situées dans la paroi intestinale des Phal-

lusiadées, et qui renferment des concrétions d'urates et de carbonates; ils leur correspondent aussi par la structure fondamentale, puisque ces vésicules sont des cavités limitées par une courbe épithéliale simple et entourées par un réseau vasculaire serré. On est donc porté à leur attribuer les mêmes fonctions, et à considérer leur ensemble comme un *rein d'accumulation*, chargé de rassembler dans son intérieur les produits de désassimilation; la masse de ces produits augmente avec l'âge, et le nombre des éléments croît dans la même proportion. Cette hypothèse serait encore démontrée par ce fait, qu'un fragment de paroi intestinale, riche en tubes remplis de fines granulations, donne nettement la réaction de la murexide. On s'explique donc de la même manière que pour les Phallusies le fonctionnement de ce système rénal; les produits excrétés passent par osmose, à l'état de dissolution, des nombreuses cavités sanguines placées autour des tubes dans les tubes mêmes, s'y précipitent sous forme de concrétions plus ou moins fines et s'y accumulent. Ainsi, comme on pouvait le prévoir *a priori*, les Cynthies sont, comme les Phallusies et les Molgules, en possession d'un appareil rénal.

» Il est intéressant d'observer que cet appareil consiste en une réunion de tubes munis parfois de dilatations terminales, semblables en cela aux tubes urinifères du rein des vertébrés, terminés par la capsule de Bowmann. Dans les deux cas, l'aspect général et la structure histologique sont les mêmes; seulement, chez les Cynthies, le réseau vasculaire reste périphérique, n'envoie pas dans la cavité de la capsule des expansions groupées en un glomérule de Malpighi, et l'élément entier conserve un caractère de simplicité, d'infériorité vis-à-vis des tubes urinifères des vertébrés, plus complexes et montrant un degré supérieur d'organisation. Ceci s'accorderait bien avec ce que nous savons des rapports des Tuniciers et des vertébrés; mais il ne faut pas oublier que cette comparaison d'organes urinaires est l'expression d'une pure analogie extérieure, car l'appareil tubulaire des Cynthies et le rein des vertébrés inférieurs ou supérieurs ont une origine embryogénique différente. Il n'y a là qu'une similitude de forme et de structure histologique, en rapport sans doute avec la similitude des fonctions.

» Chandelon (*Bulletin Acad. Sc. de Belgique*, 1875) a vu, chez les Salpes et les Pérophores, des tubes presque semblables à ceux des Cynthies, mais il les considère comme appartenant à une glande intestinale comparable à l'*organe réfringent* des Ascidies composées. L'appareil décrit à diverses reprises chez les Ascidies simples comme *organe réfringent* est une partie du réseau vasculaire intestinal; d'autre part, les éléments

tubulaires des Cynthies sont clos. Aussi j'ignore jusqu'à quel point les tubes des Salpes correspondent à ceux des Cynthies, et il serait bon de reprendre à ce point de vue les observations de l'auteur belge ([1]). »

GÉOLOGIE. — *Sur la constitution géologique des Pyrénées; le système triasique.* Note de M. E. **Jacquot**, présentée par M. Hébert.

« Les études que nous avons entreprises pour élucider la constitution géologique des Pyrénées, encore si obscure, ont mis en évidence quelques faits intéressants, en ce qui concerne la composition et le gisement du système triasique. Elles tendent à établir que, sur tout le versant français de la chaîne, depuis les bords de la Nive jusqu'à la vallée du Tech, aussi bien que dans les nombreux pointements de la plaine; la formation triasique présente une composition uniforme, rappelant celle des contrées classiques : la Lorraine, la Franche-Comté et la Provence.

» La formation débute, en effet, par un étage gréseux ayant quelques analogies avec les grès permiens auxquels il succède, s'en distinguant toutefois par la finesse de son grain et l'abondance des paillettes de mica répandues à la surface de ses bancs.

» Au-dessus de cet étage, qui offre tous les caractères du grès bigarré typique, on en observe un second qui est marneux à sa base, calcaire dans sa partie moyenne et dolomitique à son sommet. On n'y a rencontré jusqu'ici d'autres fossiles que quelques débris d'encrines, soit que les actions puissantes qui ont relevé les couches dans une position voisine de la verticale en aient fait disparaître toute trace, soit plutôt que leur absence résulte de l'abondance de la magnésie dans les calcaires, comme cela a lieu aux environs de Bourbonne. Il ne saurait toutefois exister aucun doute sur l'attribution de cet étage au muschelkalk. On peut remarquer, en effet, qu'il en occupe incontestablement la place. D'un autre côté, il reproduit, tant dans l'ensemble que dans les détails, la composition du muschelkalk dans les contrées typiques. Ainsi, l'assise marneuse est constamment accompagnée par des cargneules, et les petites couches qui se montrent au sommet de la série moyenne présentent à leurs surfaces les empreintes vermiculaires si caractéristiques de ce niveau. Les gros bancs de dolomie qui couronnent l'étage rappellent également ceux qui existent

([1]) Laboratoire de Zoologie de la Faculté des Sciences de Toulouse, le 4 juin 1886.

à cette place en Lorraine. Enfin on retrouve dans les calcaires le faciès lithologique, propre au muschelkalk dans toute l'Europe occidentale, et ce caractère est un de ceux auxquels on ne saurait se méprendre.

» Les principales localités où nous avons observé cet étage, passé jusqu'ici à peu près inaperçu dans les Pyrénées, sont : les deux versants du bassin étendu aux pieds des pics Jarra et Aradoy, entre Saint-Étienne de Baigorry et Saint-Jean-Pied-de-Port, Gotein, Larrau et Sainte-Engrace dans le pays de Soule, Bedous, Osse et Aydius dans la vallée d'Aspe, le col de Lurdé au sud des Eaux-Bonnes, le mont Bédat à Bagnères-de-Bigorre, les environs de Saint-Béat et de Lez dans la vallée de la Garonne, Rimont près de Saint-Girons, enfin Amélie-les-Bains, Montbolo et Palalda dans la vallée du Tech.

» Dans les Pyrénées, les marnes irisées n'offrent aucune dissemblance avec celles des contrées classiques. On y retrouve à leur place toutes les assises qui caractérisent cet étage, notamment les petites couches de calcaire magnésien connues en Lorraine sous le nom de *dolomie moyenne*. Il faut y rapporter les nombreux dépôts de sel gemme et de plâtre exploités dans la région du sud-ouest. Quand on étudie avec soin leur gisement, on reconnaît qu'ils se placent sur l'horizon de ceux de Dieuze et des environs de Nancy.

» Les roches éruptives auxquelles Palassou a appliqué la dénomination d'*ophites* accompagnent habituellement le trias; mais elles ne font point partie intégrante, essentielle de la formation. Si elles sont, en effet, très développées dans les parties occidentale et centrale de la chaîne, elles paraissent faire complètement défaut vers l'est, notamment dans la vallée du Tech.

» Les roches sédimentaires en contact avec les ophites ont été profondément modifiées. Rien de plus commun que d'y rencontrer des calcaires transformés en marbre ou en dolomie et renfermant des cristaux de quartz ou de couzéranite. Le dipyre du moulin de Libarens, au sud de Mauléon, provient également de roches triasiques, métamorphosées par l'ophite.

» Au point de vue du gisement il y a une distinction capitale à établir entre les lambeaux triasiques de la région. Dans la montagne ils se présentent en général sous forme de petits bassins enclavés dans des plis du terrain paléozoïque; le grès bigarré, le muschelkalk et les marnes irisées s'y trouvent alors presque toujours représentés. Mais ils apparaissent le plus souvent par failles au milieu d'assises plus récentes, crétacées ou nummu-

litiques, et dans ce cas ils sont bien rarement complets. Les nombreux lambeaux de la plaine appartiennent tous à cette dernière catégorie.

» Dans les deux cas ils présentent une disposition remarquable à raison de leur alignement parallèlement à l'axe de la chaîne. L'un de ces alignements n'a pas moins de 80^{km} de longueur. Du côté de l'ouest il a son point de départ au fond d'un vallon latéral à la Nive de Béhérobie, où existe un puits d'eau salée, signalé dans l'ouvrage de Dietrich (1), et de là il s'étend vers le col de Louvie-Soubiron, en passant par Larrau, Sainte-Engrace, Osse, Bedous et Aydius. Les cols de Sesques et de Lurdé, situés au-dessus des Eaux-Chaudes, vers 2000^{m} d'altitude, sont occupés par le trias et forment une seconde ligne parallèle à la précédente. Enfin on retrouve la même direction dans le bassin de Saint-Jean-Pied-de-Port.

» La reconnaissance du trias avec sa composition normale dans l'intérieur de la chaîne pyrénéenne a eu pour effet de permettre de classer un certain nombre de gîtes calcaires ou dolomitiques disséminés dans les pointements souvent fort circonscrits de la plaine et restés jusqu'ici indéterminés. Mais la conséquence la plus importante à en tirer est de mettre fin aux controverses auxquelles ont donné lieu les vues purement théoriques de Dufrénoy, sur l'origine du sel gemme et des gypses considérée comme étant une émanation de l'ophite indépendante des terrains ambiants et rapportée à l'époque post-pliocène (2). Il faut reconnaître, en effet, que ces vues sont en contradiction manifeste avec les faits observés et que, comme cela a lieu dans la France entière, le système triasique est, dans les Pyrénées, le principal gisement du sel gemme et du gypse. »

M. HÉBERT ajoute à cette Communication les remarques suivantes :

« L'auteur, en me chargeant de présenter son travail à l'Académie, m'écrit *que sa conclusion n'est autre que celle que j'ai toujours soutenue*. J'ai en effet, dès 1862 (*Bulletin de la Société géologique de France*, 2e série, t. XIX, p. 1112), placé dans le trias les argiles bigarrées et les gypses de Salies (Haute-Garonne). En 1866, j'ai reconnu et affirmé (*Bulletin*, t. XXIII, p. 829) que les argiles, gypses et sel gemme de Villefranque, près de

(1) BARON DE DIETRICH, *Description des gîtes de minerais des Pyrénées*; 1786.

(2) DUFRÉNOY, *Mémoire sur la relation des ophites, des gypses et des sources salées des Pyrénées* (*Annales des Mines*, t. II, 3e série, 1832).

Bayonne, représentaient d'une façon normale les marnes irisées de la Lorraine, et que le système de couches reposait sur un grès identique avec le grès bigarré. J'ai signalé la présence du trias dans d'autres points encore, et n'ai cessé de combattre la théorie, adoptée par la presque totalité des géologues, que ces masses minérales faisaient partie de la craie, et que leur présence était due à l'éruption des ophites, considérées comme très récentes. J'ai toujours regardé comme triasiques les ophites situées au voisinage des argiles bigarrées. Je suis donc heureux de voir un observateur aussi habile et aussi consciencieux que M. Jacquot confirmer et compléter les résultats que j'avais obtenus. C'est un progrès important pour la géologie des Pyrénées. »

M. **Tiffereau** adresse la description d'un « gazomètre destiné à recevoir, mesurer, transvaser les gaz et à servir d'aspirateur ».

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 15 juin 1886.

Bibliothèque de l'École des Hautes-Études, publiée sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique. Section des Sciences naturelles; t. XXXI, Paris, G. Masson, 1886; in-8°. (Deux exemplaires.)

Comité international des Poids et Mesures. Procès-verbaux des séances de 1885. Paris, Gauthier-Villars, 1886; in-8°. (Deux exemplaires.)

*Sur le Gulf-Stream. Recherches pour établir ses rapports avec la côte de France. Campagne de l'*Hirondelle 1885; *par* S. A. le Prince Albert de Monaco. Paris, Gauthier-Villars, 1886; br. in-8°.

Les herpès génitaux; par P. Diday et A. Doyon. Paris, G. Masson, 1886; in-8°. (Renvoi au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Relevés statistiques du Dispensaire Furtado-Heine, 1884-1885. Paris, impr.

Chaix, 1886; in-4°. (Présenté par M. le baron Larrey, pour le concours Montyon, Statistique.)

Études sur la physiologie de la phonation; par M. E. Martel. Paris, 6, place Saint-Michel, 1885; br. in-8°. (Renvoi au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Traité pratique d'électricité industrielle; par E. Cadiat et L. Dubost; 2e édition. Paris, Baudry et Cie, 1886; in-8°.

Observatoire de Zi-Ka-Wei près Chang-Haï, Chine. L'inclinaison des vents. Un anémomètre pour observer cette inclinaison avec un appendice sur les courants verticaux dans les cyclones, 2e Note; *par* le R. P. Marc Dechevrens. Sans lieu, 1886; in-4°.

Annales de l'observatoire de Moscou, publiées par le prof. Dr Th. Bredichin; 2e série, vol. I, livr. 1. Moscou, A. Lang, 1886; in-4°.

Nouvelles données pratiques sur la fièvre jaune; par le Dr A. Liénas. Sans lieu ni date; 4 p. in-8°.

Acta mathematica, journal rédigé par G. Mittag-Leffler, t. VIII, fasc. I. Stockholm, Beijer; Paris, Hermann, 1886; in-4°.

Bibliothèque géologique de la Russie, rédigé par S. Nikitin; I; 1885; Saint-Pétersbourg, Egger, 1886; in-8°.

Contributi alla Geologia ligustica di A. Issel. Roma, Tipogr. nazionale, 1886; br. in-8°. (Présenté par M. Hébert.)

Risposta ad alcune obbiezioni ripetute le osservazioni microsismiche in occasione del terremoto d'Ischia del 1883, etc. *Memoria del* P. D. Timoteo Bertelli. Roma, F. Cuggiani, 1885; br. in-8°. (Présentée par M. Daubrée.)

Nederlandsch meteorologish jaarboek voor 1885. Utrecht, Kemink et Zoon, 1886; in-4° oblong.

Die Cephalopodenfauna der Jurabildungen des Gouvernements Kostroma; von S. Nikitin. Saint-Pétersbourg, 1884; in-4°.

Die internationale Polarforschung 1882-1883. *Die österreichische Polarstation Jan Mayen,* etc.; I. Band, Wien, 1886; in-4°.

Fact and fancy in New Zealand. The terraces of Rotomahana, a poem by F. Cowan. Auckland, H. Brett, 1885; in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 21 juin 1886.

Ministère de l'Instruction publique. Annales du Bureau central météorologique de France; publiées par M. E. Mascart. Année 1884; I. *Étude des*

orages en France et Mémoires divers. — III. *Pluies en France.* — IV. *Météorologie générale.* Paris, Gauthier-Villars, 1886; 3 vol. in-4°.

Leçons sur l'électricité et le magnétisme; par E. MASCART et J. JOUBERT. T. II : *Méthodes de mesures et applications.* Paris, G. Masson, 1886; in-8°.

Annales du Musée d'Histoire naturelle de Marseille; publiées par M. A.-F. MARION. *Zoologie. Travaux du laboratoire de Zoologie marine.* T. II. Marseille, typogr. Cayer, 1884-1885; in-4°. (Présenté par M. A. Milne-Edwards.)

Teignes et teigneux. Histoire médicale. Hygiène publique; par le Dr H. FEULARD. Paris, G. Steinheil, 1886; in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey, pour le concours Montyon, Statistique.)

De la vaccination par injection sous-épidermique; par le Dr A. BOURGEOIS. Paris, O. Doin, 1884; br. in-8°.

Considérations pratiques sur l'inoculation vaccinale par injection sous-épidermique, par scarification et par vaccinisation; par le Dr A. BOURGEOIS. Sans lieu ni date; br. in-8°. (Extrait du *Bulletin général de Thérapeutique.*)

(Ces deux dernières Brochures sont adressées au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Manuel de Paléontologie; par R. HOERNES, traduit de l'allemand par L. DOLLO; fascicule IV. Paris, F. Savy, 1886; in-8°.

Introduction à la théorie des fonctions d'une variable; par J. TANNERY. Paris, A. Hermann, 1886; in-8°. (Présenté par M. Darboux.)

Manipulations de Physique; par le Dr TH. MALOSSE. Paris, F. Savy, 1886; in-8°.

L'année scientifique et agricole; par A. PROOST. Bruxelles, A. Vandenbroeck; Paris, Savy, 1886; in-12.

La suggestion mentale et l'action des médicaments à distance; par E. ALLIOT. Paris, J.-B. Baillière, 1886; in-12.

Atlante della Marina militare italiana, dedicato a S. A. R. Vittorio Emanuele, principe di Napoli; dal C. prof. FR. CORAZZINI; fasc. II, V. Torino, Roma, Livorno, 1885-1886; 2 livr. in-f° oblong.

Apuntes para la monografia del fluoruro de calcio. Memoria por el Dr D. BENITO TORA y FERRER. Barcelona, impr. Jaime Jepus, 1886; in-4°.

Bestimmung der Elasticitäts-Constanten von Beryll und Bergkrystal; von W. VOIGT. Göttingen, Kaestner, sans date; in-8°.

ERRATA.

(Séance du 7 juin 1886.)

Page 1304, ligne 2, *au lieu de* 1885,0, *lisez* 1855,0.

(Séance du 15 juin 1886.)

Page 1379, ligne 1, *au lieu de* Stations, Composante horizontale, Déclinaison, Inclinaison, *lisez* Stations, Déclinaison, Composante horizontale, Inclinaison.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 28 JUIN 1886.

PRÉSIDENCE DE M. JURIEN DE LA GRAVIÈRE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse l'ampliation du Décret par lequel M. le Président de la République approuve l'élection que l'Académie a faite de M. *Brown-Séquard*, pour remplir la place devenue vacante dans la Section de Médecine et de Chirurgie, par suite de la nomination de M. *Vulpian* aux fonctions de Secrétaire perpétuel.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Brown-Séquard** prend place parmi ses Confrères.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur la théorie des surfaces minima;* par M. G. **Darboux**.

« 1. Les résultats obtenus jusqu'à présent dans l'étude des surfaces minima conduisent naturellement à l'examen d'une question dont la solu-

tion serait d'un grand intérêt pour la théorie des surfaces minima algébriques :

» A. *Déterminer toutes les surfaces minima algébriques contenant une courbe algébrique donnée;*

ou, plus généralement,

» B. *Déterminer toutes les surfaces minima algébriques inscrites dans une surface algébrique donnée.*

» Aucun de ces problèmes n'a encore été abordé dans toute sa généralité; mais, dans un Mémoire inséré au tome XV des *Mathematische Annalen*, M. Lie a soumis à une discussion approfondie le problème B dans le cas où la surface algébrique donnée est une développable; il résulte de ses belles recherches que le problème peut être complètement résolu si cette développable est un cône, et aussi dans le cas où, la développable étant quelconque, on connaît déjà une surface minima inscrite dans cette développable. Nous nous proposons de reprendre ici l'étude de cette question et nous montrerons, comme nous l'avons déjà fait il y a plusieurs années dans notre enseignement, que l'on peut, et de diverses manières, obtenir la solution complète du problème posé par M. Lie.

» 2. Si l'on écrit l'équation du plan tangent à une surface sous la forme

$$(1) \qquad (u+u_1)X + i(u_1-u)Y + (uu_1-1)Z + \xi = 0,$$

on aura, pour toute surface minima, comme l'a montré M. Weierstrass,

$$(2) \qquad \xi = 2u_1 f(u) + 2u f_1(u_1) - (1+uu_1)[f'(u) + f'_1(u_1)].$$

» D'autre part, on définira de la manière la plus générale la développable (Δ) dans laquelle la surface minima doit être inscrite en supposant que, pour les plans tangents de cette surface, u, u_1, ξ soient des fonctions algébriques données d'une variable auxiliaire t; et, pour résoudre le problème, il faudra exprimer que l'équation (2) est vérifiée identiquement quand on y remplace u, u_1, ξ par leurs expressions en fonction de t. Cette équation (2) contient deux fonctions arbitraires $f(u), f_1(u_1)$ avec leurs dérivées $f'(u), f'_1(u_1)$. Si l'on donnait arbitrairement l'une de ces deux fonctions, l'équation de condition à laquelle on est conduit en substituant pour u, u_1, ξ leurs expressions en fonction de t serait une véritable équation différentielle qui n'admettrait pas nécessairement de solution algé-

brique; pour échapper à cette difficulté, nous introduirons la variable auxiliaire

$$(3)\qquad \lambda = f(u)\frac{du_1}{dt} + f_1(u_1)\frac{du}{dt}.$$

» Si l'on différentie cette valeur de λ, on aura

$$[f'(u) + f'_1(u_1)]\frac{du}{dt}\frac{du_1}{dt} = \frac{d\lambda}{dt} - f(u)\frac{d^2u_1}{dt^2} - f_1(u_1)\frac{d^2u}{dt}$$

et, en substituant la valeur ainsi obtenue de la somme $f'(u) + f'_1(u_1)$ dans l'équation (2), on obtiendra la relation

$$(4)\qquad \begin{cases} [\xi - 2u_1 f(u) - 2u f_1(u_1)]\dfrac{du}{dt}\dfrac{du_1}{dt} \\ \qquad = (1 + uu_1)\left[f(u)\dfrac{d^2u_1}{dt^2} + f_1(u_1)\dfrac{d^2u}{dt^2} - \dfrac{d\lambda}{dt}\right]. \end{cases}$$

» On peut maintenant, des équations (3) et (4), déduire les expressions de $f(u), f_1(u_1)$, ce qui donne les valeurs suivantes

$$(5)\qquad \begin{cases} \Theta f(u) = \lambda\left[2u\dfrac{du}{dt}\dfrac{du_1}{dt} + (1 + uu_1)\dfrac{d^2u}{dt^2}\right] \\ \qquad\qquad - \xi\dfrac{du_1}{dt}\dfrac{du^2}{dt} - (1 + uu_1)\dfrac{du}{dt}\dfrac{d\lambda}{dt}, \\ \Theta f_1(u_1) = -\lambda\left[2u_1\dfrac{du_1}{dt}\dfrac{du}{dt} + (1 + uu_1)\dfrac{d^2u_1}{dt^2}\right] \\ \qquad\qquad + \xi\dfrac{du}{dt}\dfrac{du_1^2}{dt^2} + (1 + uu)_1\dfrac{du_1}{dt}\dfrac{d\lambda}{dt}, \end{cases}$$

Θ désignant le dénominateur commun

$$(6)\qquad \Theta = 2u\frac{du}{dt}\frac{du_1^2}{dt^2} - 2u_1\frac{du_1}{dt}\frac{du^2}{dt^2} + (1 + uu_1)\left(\frac{d^2u}{dt^2}\frac{du_1}{dt} - \frac{du}{dt}\frac{d^2u_1}{dt^2}\right).$$

» Prenons pour λ une fonction algébrique quelconque de t; si, dans la première équation (5), on exprime u_1, t, ξ en fonction de u, on aura $f(u)$; si de même, dans la seconde, on exprime u, t, ξ en fonction de u_1, on aura $f_1(u_1)$.

» Le problème est ainsi complètement résolu; pour que la surface soit réelle, il sera nécessaire et suffisant que la fonction λ le soit, en supposant toutefois que t soit un paramètre dont les valeurs réelles donnent les plans tangents réels de la développable (Δ).

» 3. Remarquons que la solution serait illusoire si la fonction Θ était

nulle pour tous les plans tangents de la développable. Supposons que cette circonstance se présente et que l'on ait

$$\Theta = 0;$$

on peut obtenir aisément l'intégrale de cette équation différentielle, qui est

$$Au + Bu_1 + C(uu_1 - 1) = 0,$$

A, B, C désignant des constantes. Cette relation en termes finis exprime que le plan tangent est parallèle à une direction fixe; la développable sera donc un cylindre, et, en effet, une étude directe montre que, dans ce cas, le problème n'est pas toujours possible. D'après le beau théorème de M. Henneberg :

» *La section droite de tout cylindre circonscrit à une surface minima algébrique est la développée d'une courbe algébrique,*

on voit que le problème ne pourra admettre de solution que si la section droite du cylindre donné est la développée d'une courbe algébrique.

» La méthode que nous avons suivie s'applique, du reste, à ce cas particulier. Si l'on suppose que le cylindre donné soit parallèle à l'axe des y, il sera défini par les équations

$$u_1 = u, \qquad \xi = \psi(u);$$

si l'on prend ici $t = u$, on aura

$$\lambda = f(u) + f_1(u),$$

et l'équation à résoudre prendra la forme

$$\xi + (1 + u^2)\frac{d\lambda}{du} - 2u\lambda = 0.$$

Cette équation différentielle admet pour intégrale la suivante :

$$\frac{\lambda}{1 + u^2} + \int \frac{\xi \, du}{(1 + u^2)^2} = 0;$$

il faudra donc, pour que λ soit algébrique, qu'il en soit de même de la quadrature qui figure dans cette équation, et l'on retrouve ainsi, par un calcul facile, la condition qui résulte du théorème de M. Henneberg.

» 4. La solution que nous venons d'exposer est purement analytique; la suivante offre l'avantage de conduire à une construction géométrique simple des surfaces minima algébriques inscrites dans la développable (Δ).

» Soit (R) l'arête de rebroussement de cette développable; rapportons

les points de l'espace au trièdre mobile (T) formé par la tangente, la normale principale et la binormale en un point de cette courbe. Les projections sur ces trois axes des déplacements infiniment petits d'un point dont les coordonnées relatives à ces axes sont X, Y, Z auront pour expressions

$$(7) \qquad dX + ds - \frac{Y}{\rho} ds, \quad dY + \left(\frac{X}{\rho} + \frac{Z}{\tau}\right) ds, \quad dZ - \frac{Y}{\tau} ds,$$

s désignant l'arc de (R), ρ et τ ses rayons de courbure et de torsion. Cela posé, le problème sera résolu si l'on trouve deux courbes algébriques (C), (C_0), l'une (C) tracée sur la développable (Δ), l'autre (C_0) située dans l'espace, et satisfaisant aux conditions suivantes : les éléments correspondants des deux courbes seront à la fois égaux et perpendiculaires; de plus, si M et M_0 sont les points correspondants de ces deux courbes, le plan tangent en M à la développable (Δ) devra être parallèle à la tangente en M_0 à (C_0). En effet, si l'on considère la surface minima inscrite à (Δ) suivant la courbe (C), la courbe (C) aura pour conjuguée (C_0) sur la surface adjointe, et, ces deux courbes (C), (C_0) étant algébriques, il en sera de même de la surface minima.

» Soient x, o, o les coordonnées de M par rapport au trièdre (T) et x_0, y_0, z_0 celles de M_0. Les projections du déplacement de M seront, d'après les formules rappelées plus haut,

$$(8) \qquad dx + ds, \quad \frac{x\,ds}{\rho}, \quad 0;$$

celles du déplacement de M_0 seront de même

$$(9) \qquad dx_0 + ds - \frac{y_0}{\rho} ds, \quad dy_0 + \left(\frac{x_0}{\rho} + \frac{z_0}{\tau}\right) ds, \quad dz_0 - \frac{y_0}{\tau} ds.$$

» En exprimant que la tangente en M_0 est parallèle au plan des xy, on trouve cette première condition

$$(10) \qquad dz_0 - \frac{y_0}{\tau} ds = 0;$$

si l'on écrit ensuite que les deux déplacements sont à la fois égaux et perpendiculaires, on obtient deux conditions nouvelles que l'on ramène facilement aux suivantes

$$(11) \qquad \begin{cases} \pm\, dx + ds = dy_0 + \left(\dfrac{x_0}{\rho} + \dfrac{z_0}{\tau}\right) ds, \\ \mp\, \dfrac{x\,ds}{\rho} = dx_0 + ds - \dfrac{y_0\,ds}{\rho}, \end{cases}$$

où les signes se correspondent.

» Il est aisé de voir que les équations (9) et (10) peuvent donner y_0, z_0, x en fonction de x_0; car, si l'on différentie la seconde des équations (11) après l'avoir écrite sous la forme

$$\pm x - y_0 = -\rho\left(1 + \frac{dx_0}{ds}\right),$$

on obtient, en tenant compte de la première, la relation nouvelle

$$(12) \qquad \frac{x_0}{\rho} + \frac{z_0}{\tau} \mp 1 = -\frac{d}{ds}\left[\rho\left(\frac{dx_0}{ds} + 1\right)\right],$$

qui, jointe à l'équation (10) et à la seconde (11), nous donne les valeurs suivantes de y_0, z_0, x :

$$(13) \qquad \begin{cases} z_0 = \pm\tau - \frac{\tau}{\rho}x_0 - \tau\frac{d}{ds}\left[\rho\left(1 + \frac{dx_0}{ds}\right)\right], \\ y_0 = \tau\frac{dz_0}{ds}, \\ x = \pm y_0 \mp \frac{d}{ds}\left[\rho\left(1 + \frac{dx_0}{ds}\right)\right]. \end{cases}$$

» Ces formules résolvent complètement le problème proposé. Si la développable (Δ) est algébrique, il suffira de prendre pour x_0 une fonction algébrique du paramètre dont dépendent algébriquement les éléments de la développable; les fonctions z_0, y_0, x et, par suite, la surface minima correspondante seront également algébriques.

» 5. Les formules (13) s'interprètent géométriquement et conduisent à la construction suivante :

» *Étant donnée la développable* (Δ), *on construit une courbe algébrique* (S) *dont les tangentes soient perpendiculaires aux plans tangents de* (Δ) *et dont les plans osculateurs sont, par suite, perpendiculaires aux génératrices de* (Δ); *sur la droite* SQ, *tangente en* S *à la courbe* (S), *on porte une longueur*

$$\mathrm{ST} = \pm\tau,$$

τ *désignant le rayon de torsion de l'arête de rebroussement* (R) *de la développable au point* O *où le plan osculateur de cette courbe est perpendiculaire à la tangente* SQ. *Le plan mené par le point* T *normalement à cette tangente enveloppe une développable* (Δ_0) *et la touche suivant une droite* NN' *nécessairement parallèle à la tangente en* O *à* (R). *La projection du point* S *sur* NN' *décrit la courbe* (C_0). *Pour obtenir la courbe* (C), *on portera sur la tangente en* O, *à*

partir du point O, *une longueur égale à*

$$\pm \delta,$$

δ *désignant la plus courte distance de* SQ *et de* NN'.

» De cette construction générale, on déduit sans difficulté celles qui ont été données par M. Lie dans les deux cas particuliers qu'il a examinés. Nous signalerons seulement, parmi les applications nouvelles qu'on peut en faire, le théorème suivant :

» *Étant donnée une courbe algébrique* (R), *si l'on porte sur les tangentes à cette courbe, à partir du point de contact, une longueur égale à*

$$\tau \frac{d\tau}{ds},$$

τ *désignant le rayon de torsion, on obtiendra une courbe* (C) *suivant laquelle une surface minima algébrique sera inscrite à la développable formée par les tangentes de* (R).

» Dans une prochaine Communication je donnerai, du problème étudié dans cette Note, une solution nouvelle qui repose sur des propositions intéressantes dues à M. Ribaucour. »

MÉCANIQUE. — *Au sujet de certaines circonstances qui se présentent dans le mouvement de la toupie;* par M. DE JONQUIÈRES.

« D'un travail ayant pour objet l'*Explication élémentaire du mouvement de la toupie, d'après les méthodes de Poinsot* (1), que je pourrai avoir l'honneur de présenter à l'Académie dans une séance ultérieure, se dégagent certaines conséquences théoriques dont nous aurons bientôt plus spécialement à montrer l'usage, et dont une, particulièrement, mérite d'être remarquée.

» Après avoir traité la question générale, d'abord en négligeant les résistances passives, puis en ayant égard au frottement de la *pointe* sur son

(1) Poinsot, dans sa *Théorie des cônes circulaires roulants*, § 27, ne traite qu'un seul cas, très particulier, du mouvement de la toupie, que Bour appelle *cas singulier d'une précession uniforme*. Quant au cas normal, où le mouvement de précession se complique de mouvements de nutation, qui la rendent irrégulière, Poinsot ne l'examine pas, et c'est de celui-là qu'il s'agit.

support *immobile*, on est conduit à introduire l'hypothèse que ce support est entraîné d'un mouvement *varié* quelconque et, plus particulièrement, qu'il est soumis à des oscillations périodiques.

» Quel que soit le mouvement que subit ainsi la pointe de la toupie, on peut le supposer décomposé, à chaque instant, suivant trois axes rectangulaires qui seront : la verticale Oz, l'horizontale Ox, située dans le plan vertical de l'axe de figure du corps de révolution, et l'horizontale Oy, perpendiculaire au plan de ces deux-là.

» Cela fait, on tire d'un théorème connu [1] les conclusions suivantes :

» 1° Une accélération suivant Oz augmente ou diminue la gravité, par suite de l'inertie du corps, selon qu'elle a lieu de bas en haut ou de haut en bas. Donc son effet sur le mouvement de la toupie, animée d'un mouvement rapide de rotation, est d'accélérer ou de ralentir la vitesse de sa *précession* actuelle;

» 2° Une accélération suivant Ox a pour effet, selon le sens où elle agit, de redresser l'axe ou de l'incliner davantage vers le plan horizontal;

» 3° Une accélération suivant Oy a pour effet d'accélérer ou de ralentir la vitesse de la précession, selon le sens où elle se produit.

» Par conséquent, une accélération, quelle qu'elle soit, a pour effet de changer à la fois l'inclinaison de l'axe de figure et la vitesse de précession, dans des proportions et des sens relatifs qui dépendent de sa direction par rapport aux axes définis ci-dessus.

» Actuellement, s'il s'agit d'un mouvement oscillatoire et pendulaire quelconque, ces effets simultanés, quels qu'ils soient pendant la durée de la première demi-oscillation, seraient évidemment annulés pendant la seconde, si les causes qui les produisent surprenaient, les unes et les autres, au moment où elles agissent, l'axe de figure dans le même plan azimutal; car ils ne pourraient que se reproduire identiquement, en sens *inverse*, pendant cette seconde moitié de l'oscillation complète, celle-ci étant supposée égale à la première en direction et en durée, comme en amplitude. L'axe se retrouverait donc, après l'oscillation complète, dans la même situation et les mêmes conditions qu'à l'instant où elle a commencé, et il n'aurait éprouvé, pendant sa durée, qu'un double mouvement *passager*, plus ou moins brusque, de *libration* et de *nutation*.

---

(1) POINSOT, *Mémoire sur la précession des équinoxes* (addition à la *Connaissance des Temps* pour 1858, p. 4 à 9). — BOUR, *Cours de Mécanique*, 3e fascicule, p. 225. — RESAL, *Traité de Mécanique générale*, t. I, p. 363.

» Cependant, comme l'axe n'a point interrompu son mouvement propre pendant ce temps-là; qu'ainsi les effets ressentis par lui durant la seconde demi-oscillation ne l'auront pas saisi dans des conditions identiques à celles où il se trouvait dans la première, ces derniers n'annuleront pas entièrement les autres et, en définitive, au bout de l'oscillation complète, il se trouvera affecté par leur *différence;* en d'autres termes, l'inclinaison de l'axe et la vitesse de précession auront, chacune indépendamment, subi une altération plus ou moins sensible. On sait d'ailleurs qu'une variation dans l'inclinaison n'a qu'une influence à peu près nulle sur la vitesse moyenne de précession (lorsque la rotation est rapide). Donc, en résumé, l'altération directement produite sur celle-ci par les forces perturbatrices subsistera seule. En outre, elle sera évidemment d'autant moindre, que le sera lui-même le rapport entre la durée de l'oscillation du support et celle d'une révolution complète de l'axe autour de la verticale; car, plus ce rapport diminue, plus les deux demi-phases de l'oscillation se produiront dans des circonstances s'approchant du cas idéal où l'axe de figure n'aurait pas changé d'azimut pendant qu'elles s'exécutent.

» D'où l'on tire cette conclusion, importante comme on le verra, que la vitesse moyenne de précession sera, toutes choses égales d'ailleurs, d'autant moins altérée par des oscillations pendulaires du point d'appui, que cette précession sera plus lente; donc, en particulier, que la vitesse de rotation sera plus rapide et aussi que la distance de la pointe au centre de gravité sera moindre.

» Poisson, qui a consacré quelques pages à cette question dans son *Traité de Mécanique* (§ 451 à 456 de la 2e édition), considère surtout le cas des *petites* oscillations du support, non seulement pour simplifier les calculs, mais encore parce qu'il recherche particulièrement leur influence perturbatrice sur la *verticalité* de l'axe, qu'il suppose absolument parfaite au moment où se produisent ces influences étrangères, et qu'il croit nécessaire pour l'objet qu'on se propose. Par suite, comme il l'énonce (page 225, § 455), il suppute quel degré de précision on peut attendre de l'emploi, à bord des navires soumis aux mouvements de *roulis* et de *tangage*, d'*horizons artificiels*, à glace réfléchissante horizontale montée sur une toupie, destinés aux observations astronomiques de hauteurs.

» Ce qui précède suffit déjà pour montrer que, en se proposant le but, moins absolu, d'obtenir, dans un instrument fondé sur l'emploi de la toupie, un mouvement de précession aussi régulier que possible *quant à sa durée*, sans tenir compte de son *amplitude*, on a, pour l'atteindre, des

chances de succès qui ne se sont pas rencontrées pratiquement (ainsi que l'expérience faite l'a prouvé) dans les instruments, depuis longtemps abandonnés, auxquels Poisson fait allusion, et où les constructeurs poursuivaient l'idéal chimérique de la verticalité presque parfaite de l'axe. Or cette *régularité* dans la vitesse de précession presque complète, ou renfermée du moins dans des limites dont la pratique pourra se contenter à bord des navires, ne dépend guère, comme on l'a vu plus haut, que de la *durée* d'un tour complet de précession, puisque, les durées du roulis et du tangage étant, par la nature des choses, limitées entre de très faibles nombres de secondes de temps, c'est-à-dire à peu près fixes, le rapport de ces durées dépend de la grandeur de la première, dont on dispose.

» C'est sur ce principe, aperçu d'abord, je devrais dire démêlé par lui dans cette théorie délicate, puis appliqué dans une mesure imposée par d'autres convenances, qu'un officier bien connu de l'Académie par ses travaux, dont quelques-uns ont été récompensés par elle, M. Fleuriais, capitaine de vaisseau, a très ingénieusement réalisé la construction d'un instrument qu'elle ne tardera pas à connaître, qui a déjà été expérimenté avec succès, à la mer, pendant une campagne de deux ans, et dans les détails duquel, grâce à une science sûre d'elle-même, jointe à une profonde sagacité, il est parvenu à surmonter des difficultés très nombreuses, en vue de donner aux navigateurs l'inappréciable ressource de pouvoir remplacer, quand il y a lieu, la vue de l'horizon de la mer : instrument simple, peu volumineux, portatif, dont nous n'indiquons dès aujourd'hui la donnée principale que parce qu'elle intéresse la théorie pure de la rotation des corps pesants de révolution autour d'un point de leur axe [1], et qui, s'adaptant à volonté et instantanément au *sextant*, constitue le plus remarquable perfectionnement et le plus utile accessoire qu'ait jamais reçus ce précieux instrument d'Astronomie, depuis que Halley l'a exécuté le premier en suivant les idées que lui avait fournies Newton. »

---

[1] Le peu que nous en avons dit suffit à faire bien comprendre que M. Fleuriais *ne recherche pas la verticalité absolue, ni même approchée, de l'axe*. Loin de là, il s'en défie; son appareil est même pourvu d'un appendice destiné à *réveiller* la toupie quand elle *dort* dans ou près de la verticale, et à lui rendre un mouvement de précession nettement prononcé.

PHYSIQUE. — *Sur un procédé permettant de compter mécaniquement les oscillations d'un pendule entièrement libre.* Note de M. M. **Deprez.**

« La mesure de l'intensité de la pesanteur dans un lieu donné se déduit, comme l'on sait, de la durée de l'oscillation du pendule. Il y a donc un grand intérêt à perfectionner les procédés qui permettent de déterminer cette durée d'oscillation avec une grande précision. La seule méthode actuellement connue consiste à compter le nombre d'oscillations accomplies dans un temps donné par un pendule entièrement libre ; plus la durée de l'expérience est grande, plus les résultats sont précis, mais aussi plus est grande la fatigue de l'observateur.

» J'ai cherché, il y a longtemps déjà, s'il ne serait pas possible de réaliser un appareil qui compterait le nombre des oscillations mécaniquement absolument comme les compteurs de tours employés journellement dans l'industrie, *mais satisfaisant à la condition de n'exercer aucune action mécanique sur le pendule.* Cette dernière condition doit être observée avec une grande rigueur ; car, si elle ne l'était pas, les résultats obtenus n'auraient aucune valeur, puisque les oscillations du pendule, au lieu d'être accomplies sous l'influence de la pesanteur seule, seraient affectées par l'action d'une force de grandeur inconnue. Il est évident que cette condition impose l'emploi d'un moyen optique pour actionner le compteur des oscillations, puisque la lumière est le seul agent qui n'exerce aucune action mécanique sur les corps qu'elle frappe. La première solution qui me vint à l'esprit était basée sur l'action explosive exercée par un rayon lumineux sur un mélange d'hydrogène et de chlore; je ne cherchai même pas à la réaliser et j'avais perdu de vue cette question depuis très longtemps, lorsque, il y a six mois environ, notre Confrère M. d'Abbadie me fit savoir qu'elle avait pour lui un intérêt tout particulier ; il me parla même d'une solution également optique fondée sur l'emploi d'un fil de sélénium traversé par un courant électrique et frappé à chaque oscillation par un rayon lumineux qui détermine dans le sélénium des variations de résistance qu'il est facile d'utiliser ensuite pour manœuvrer un compteur électromagnétique. Ce moyen serait irréprochable si les variations de résistance du sélénium étaient instantanées. N'ayant pas de renseignement à cet égard, j'ai cherché dans une autre voie et j'ai pensé que la sensibilité et l'instantanéité bien connues des petites piles thermo-électriques employées pour l'étude de la

chaleur rayonnante permettraient d'atteindre le but cherché. Il suffirait de munir le pendule d'un écran pourvu d'une fente de 30^{mm} à 40^{mm} de longueur et de 3^{mm} à 4^{mm} de largeur. Un faisceau de rayons lumineux emprunté à une forte lampe à pétrole à mèche plate, concentré au besoin par une lentille cylindrique traversant cette fente à chaque oscillation, viendrait frapper une pile thermo-électrique dont toutes les soudures de même parité seraient échelonnées sur une longueur égale à celle de la fente. On aurait donc à chaque oscillation un courant électrique qui, lancé dans un galvanomètre très sensible et fortement apériodique, reproduirait dans celui-ci toutes les oscillations du pendule. L'aiguille de ce galvanomètre ne pourrait accomplir qu'une course très limitée et ferait fonction de relais, chacun de ses mouvements ayant pour effet de fermer un courant auxiliaire passant dans un compteur électrique facile à imaginer.

» Quoique cet instrument ne soit pas encore construit, j'ai cru bon d'en faire connaître le principe, et je m'empresserai d'en communiquer les résultats à l'Académie dès que je le pourrai. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur la ramie;* par M. **E. Fremy**.

« L'utilisation des fibres végétales textiles constitue peut-être l'industrie la plus importante de notre pays.

» Aussi, dans les recherches que j'ai poursuivies, pendant plusieurs années, sur la composition chimique du squelette des végétaux, mon attention s'est portée principalement sur les corps qui soudent entre elles les fibres végétales et qui s'opposent à leur purification.

» J'ai reconnu que le ciment des fibres et des cellules était surtout formé par trois substances que j'ai étudiées sous les noms de *pectose*, de *cutose* et de *vasculose*.

» Connaissant aujourd'hui les propriétés de ces trois corps et sachant comment on peut les dissoudre et mettre les fibres en liberté, je vais essayer, pour compléter mes recherches, d'appliquer mes observations scientifiques à la purification des fibres qui se trouvent dans les principales plantes textiles, telles que la ramie, le lin, le chanvre, le jute, etc.

» Le premier travail que j'ai entrepris dans cette direction, et que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, porte sur la *ramie*.

» On sait que cette plante, qui vient de la Chine, a été cultivée pour la première fois en France, au Muséum d'Histoire naturelle, par notre re-

gretté Confrère Decaisne : elle donne en abondance des fibres d'une ténacité extraordinaire et qui ont souvent l'aspect de la soie; sa récolte peut se faire trois ou quatre fois par an.

» La ramie présente donc, pour notre pays, un intérêt particulier et deviendra peut-être un jour *notre coton français*.

» N'oublions pas que la France achète à l'étranger des quantités énormes de fibres végétales textiles. Les états de douanes établissent qu'en 1885 l'importation du coton en France représente une somme de 180 millions environ.

» Je suis persuadé que la culture de la ramie peut délivrer en partie notre pays de ce tribut considérable qu'il paye à l'étranger.

» Cette plante précieuse soulagera également les souffrances de notre agriculture, car la ramie végète avec vigueur, soit dans nos départements, qui sont frappés par l'abandon de la garance, soit dans nos colonies, qui ont en ce moment des inquiétudes sérieuses sur l'exploitation de la canne à sucre.

» Ce n'est pas devant l'Académie qu'il conviendrait de discuter les méthodes que je propose pour obtenir industriellement et à l'état de pureté les fibres de ramie. Je me contenterai de dire ici que ces procédés sont basés sur les Mémoires que j'ai publiés précédemment à l'Académie, tantôt seul, tantôt en collaboration avec M. Urbain.

» Les méthodes d'analyse que j'ai décrites pour séparer et doser les principaux éléments du tissu ligneux sont précisément celles que je conseille pour opérer en grand l'extraction et la purification des fibres de ramie. C'est par l'action des réactifs ordinaires de la Chimie que j'élimine les éléments nuisibles; les Chinois les enlèvent mécaniquement.

» Les échantillons que je mets sous les yeux de l'Académie prouvent que cette élimination est complète. Je considère donc comme résolues les principales questions que la Science pouvait aborder dans le traitement de la ramie.

» J'espère que nos agriculteurs n'hésiteront plus aujourd'hui à entreprendre la culture de la ramie, sur une grande échelle, et que nos habiles filateurs sauront utiliser les fibres de ramie en conservant leur éclat soyeux, comme cela se pratique de temps immémorial en Chine.

» La France, possédant ainsi un textile végétal qui ressemble à la soie, donnera un exemple nouveau des services que la Science peut rendre lorsqu'elle s'allie à l'agriculture et à l'industrie. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la persistance des mouvements volontaires chez les Poissons osseux à la suite de l'ablation des lobes cérébraux.* Note de M. **Vulpian.**

« M. Is. Steiner, d'Heidelberg, a publié au commencement de cette année une Note très intéressante, relative aux résultats de l'ablation des lobes cérébraux chez les Poissons osseux ([1]).

» D'après Flourens, l'ablation des lobes antérieurs chez les Poissons ne déterminerait pas d'effets bien reconnaissables : « J'enlevai, dit-il, » sur une carpe le premier renflement (de l'encéphale). Les allures de » l'animal ne parurent pas sensiblement altérées ([2]) ».

» En 1854, je fus amené à m'occuper de la physiologie comparée de l'encéphale des Vertébrés. Lorsque j'enlevais sur un Poisson osseux les lobes considérés par la généralité des anatomistes comme les analogues des lobes cérébraux des Batraciens, des Reptiles, des Oiseaux et des Mammifères, je reconnus que la vue était manifestement conservée après l'opération ([3]). Les allures des Poissons ainsi opérés me parurent tout d'abord n'avoir subi aucun changement; mais, à la suite d'une étude plus attentive des mouvements exécutés dans l'eau par ces animaux, je crus pouvoir conclure que ces mouvements avaient perdu tout caractère volontaire. « Le » Poisson opéré se meut en ligne droite, ne tournant d'ordinaire d'un côté » ou de l'autre que lorsqu'il rencontre un obstacle, ne paraissant s'ar- » rêter que sous l'influence de la fatigue. Il semble poussé à se mouvoir par » une nécessité impérieuse à laquelle il ne peut plus résister, nécessité » créée par des excitations qui naissent principalement du contact des tégu- » ments avec l'eau... ([4]). »

» Les différents physiologistes qui ont fait des expériences du même genre ont interprété à peu près de la même façon les résultats qu'ils ont obtenus.

([1]) Is. Steiner, *Ueber das Grosshirn der Knochenfische* (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Berlin,* séance du 7 janvier 1886).

([2]) Flourens, *Recherches expérimentales sur les propriétés et les fonctions du système nerveux;* 2e édition, 1842; p. 430.

([3]) Vulpian, *Leçons sur la Physiologie générale et comparée du système nerveux, faites au Muséum d'Histoire naturelle en* 1864. Paris, 1866; p. 669.

([4]) Vulpian, *Loc. cit.,* p. 684.

» Les faits publiés récemment par M. Steiner montrent d'une façon très nette que cette interprétation est inexacte, et il est facile de voir que les conclusions erronées qui avaient cours dans la Science avant les recherches de ce physiologiste ont été tirées d'observations faites dans des conditions défectueuses.

» Dans les expériences auxquelles je fais allusion, on mettait à découvert l'encéphale d'un Poisson osseux; on excisait les lobes cérébraux, puis on remettait aussitôt l'animal dans l'eau. Or, l'eau exerçait bien certainement une action nuisible, peut-être dépressive d'abord, certainement irritante dans la suite, sur les parties de l'encéphale laissées en place, à nu. Immédiatement après l'opération, le Poisson, sous l'influence des troubles produits par le traumatisme, ou bien était excité, faisait des bonds dans l'eau, nageait violemment dans un sens ou dans un autre, ou bien il était affaibli, se renversait sur un des flancs, se redressant de temps en temps pour se laisser aller de nouveau sur un des côtés, puis il exécutait quelques mouvements plus ou moins vifs de locomotion et redevenait immobile. Cette première période, plus ou moins courte, suivant que l'opération avait été rapide ou lente et laborieuse, faisait place à une autre période pendant laquelle le Poisson recouvrait plus ou moins complètement son équilibre, nageait plus tranquillement, et c'est pendant cette seconde période, d'une durée de deux à quatre ou cinq jours, que l'on pouvait étudier le caractère de ses mouvements. Puis survenaient de nouveau de l'agitation, de brusques mouvements qui jetaient parfois le Poisson hors de l'eau, et enfin une période d'affaiblissement progressif précédait la mort (¹). Les Poissons survivaient rarement au delà de cinq à six jours. M. Steiner rappelle que M. Baudelot, en prenant la précaution de couvrir d'un peu de graisse l'encéphale des Poissons qu'il opérait, avait pu les garder vivants pendant une semaine.

» La modification importante introduite dans cette expérience par M. Is. Steiner consiste dans l'occlusion de l'ouverture du crâne, avant que le Poisson soit remis à l'eau.

» Il enlève avec une pince coupante une sorte de rondelle de la partie supérieure du crâne avec la peau qui la recouvre, et renverse d'avant en arrière cette rondelle sans la détacher; c'est-à-dire en la laissant suspendue pour ainsi dire au tégument de la partie intacte du crâne. Il retire le tissu

(¹) En examinant l'encéphale sur les Poissons qui étaient morts cinq à six jours après l'opération, j'ai trouvé les lobes optiques en voie de ramollissement.

adipeux qui cache l'encéphale et pratique l'ablation des lobes cérébraux; puis il rabat la rondelle cranienne sur l'ouverture, fixe par un point de suture le tégument qui la recouvre à la peau de la partie antérieure du crâne, et, quant aux bords de l'orifice, il les recouvre, après les avoir bien séchés, d'une couche de gélatine qu'il solidifie avec une solution concentrée de tannin. Le Poisson est alors replacé dans l'eau courante.

» Les Poissons survivent à l'opération dans ces conditions. Au moment où il publiait son travail, il avait sous les yeux trois Poissons opérés depuis six semaines et pouvant être considérés comme guéris. C'est sur des Chevaines (*Squalius cephalus*) que ses expériences ont été faites.

» Un Poisson ainsi opéré ne présente presque aucune modification de la manière d'être des Poissons intacts de la même espèce, et cela presque dès les premiers moments après l'opération. Il exécute évidemment des mouvements volontaires. Si on lui jette une larve de mouche (asticot), il se précipite sur elle, la saisit avec sa bouche et l'avale; si la larve est jetée loin de lui, il la trouve facilement et s'en saisit. Si on laisse tomber dans l'eau un bout de ficelle d'une dimension à peu près semblable à celle de la larve, le Poisson se précipite sur ce morceau, le prend dans sa bouche et le rejette aussitôt, ou bien il s'en détourne avant de l'avoir atteint.

» J'ai fait de nouvelles expériences sur le cerveau des Poissons, en cherchant à empêcher, comme le recommande M. Is. Steiner, le contact de l'eau avec l'encéphale mis à découvert. Le procédé opératoire que j'ai employé est un peu différent de celui que cet expérimentateur a mis en usage.

» Sur des Carpes vigoureuses, dont la tête était plongée de temps en temps dans l'eau pour entretenir l'hématose [1], j'enlève, au moyen d'une pince coupante, la région supérieure du crâne avec la peau qui recouvre cette région. Je fais sortir du crâne, avec une éponge ou un pinceau, le tissu mou, graisseux, qui remplit toute la partie de la cavité cranienne non occupée par l'encéphale, sans blesser les nerfs optiques. Avec un pinceau de blaireau, en frottant les lobes cérébraux, on parvient aisément à les détacher tous les deux, successivement ou ensemble : le pédoncule cérébral se rompt et chaque lobe cérébral est ainsi séparé tout entier du reste de l'encéphale, sans avoir subi la moindre altération; il ne tient plus qu'au lobule olfactif, par son long processus olfactif. La section de ce processus permet

---

[1] M. Steiner faisait pratiquer une sorte d'irrigation, à l'aide d'un tube plongé dans l'eau, au travers de la bouche et de l'appareil branchial des Poissons qu'il opérait.

de faire tomber le lobe cérébral hors du crâne et l'on peut s'assurer qu'il n'en reste pas la plus petite parcelle en avant des lobes optiques. Le passage du pinceau sur les lobes optiques et le tiraillement des pédoncules cérébraux, pendant qu'on cherche à enlever le cerveau proprement dit, provoquent des mouvements spasmodiques; la rupture des pédoncules détermine en général un fort soubresaut. On éponge un peu le fond du crâne, puis on y fait couler un mélange fondu de paraffine et de vaseline, à parties égales. Ce mélange doit être, au moment où on l'introduit dans le crâne, à une température voisine de celle de la solidification : à peine versé dans le crâne, il devient solide. On remplit ainsi la cavité cranienne jusqu'aux bords de l'ouverture faite avec la pince coupante. Il n'y a aucun signe de douleur, aucun mouvement, pendant cette partie de l'opération. Le Poisson est alors remis dans l'eau.

» Il est un peu affaibli pendant quelques minutes, se renversant sur l'un ou l'autre flanc; puis il se redresse, reprend son attitude normale, se met à nager régulièrement et quelquefois, dès le premier jour, il semble ne rester presque aucun trouble de locomotion. Parfois le Poisson offre un peu d'excitation passagère les jours suivants; il peut même paraître assez malade au bout de cinq à six jours, mais il se rétablit rapidement et survit. J'ai eu soin de mettre les Poissons dans l'eau courante, comme le recommande M. Steiner. Une des Carpes que j'observe en ce moment est opérée depuis le 18 mars, c'est-à-dire depuis plus de trois mois. Le bloc obturateur, formé d'un mélange de paraffine et de vaseline, s'est détaché vers le milieu du mois de mai et l'ouverture du crâne tend à se fermer.

» Une autre Carpe, opérée le 18 juin, n'a présenté que de bien faibles troubles du mouvement, pendant les quatre ou cinq premiers jours; elle paraît maintenant tout à fait bien portante. Le 21 juin, on jette à l'eau une ficelle munie d'un nœud à son extrémité libre et, en tenant l'autre extrémité, on approche le nœud du Poisson. A une distance de $0^m,02$ ou $0^m,03$, il l'aperçoit, se précipite sur sui, le saisit en le humant pour ainsi dire et le tient serré entre ses mâchoires, si bien que, en tirant la ficelle, on amène la tête du Poisson hors de l'eau. Un peu plus tard, le même jour, on laisse tomber dans l'eau de petits cubes d'albumine d'œuf cuite. Lorsque ces morceaux arrivent au fond de l'aquarium, à $0^m,03$ ou $0^m,04$ en avant de la Carpe, elle se jette sur eux, les saisit et les avale.

» On a renouvelé depuis lors ces observations tous les jours. Les deux Carpes, celle qui est opérée depuis trois mois comme l'autre, voient les morceaux de blanc d'œuf au moment où ils traversent l'eau de haut en

bas, devant eux; elles les suivent et les saisissent, tantôt au fond de l'eau, tantôt avant qu'ils y soient parvenus. Elles exécutent, pour s'en emparer et les avaler, les mêmes mouvements que les Carpes intactes qui vivent dans le même aquarium. Elles paraissent seulement voir de moins loin ces morceaux d'albumine cuite et les recherchent avec moins de vivacité et moins de persévérance dans tous les points du fond de l'aquarium; mais elles luttent, pour ainsi dire, quelquefois avec les Carpes saines pour se saisir de ces morceaux.

» Il est certain qu'elles ne confondent pas aveuglément ces morceaux de blanc d'œuf avec d'autres corps blancs, de petits cailloux par exemple, qui sont au fond de l'eau. La Carpe qui, trois jours après l'opération, saisissait le nœud d'une ficelle, ne le happe plus avec sa bouche maintenant; mais, quand on le fait approcher d'elle, elle s'en éloigne, en nageant à reculons, bien avant qu'il soit entré en contact avec elle.

» Ces expériences confirment donc complètement celles de M. Steiner. Elles m'autorisent à conclure avec lui que la volonté persiste chez les Poissons osseux auxquels on a enlevé les lobes cérébraux; que non seulement la volonté persiste, mais encore que les manifestations volontaires paraissent être tout à fait semblables, comme forme, à celles des Poissons chez lesquels l'encéphale est intact.

» Ces expériences prouvent bien aussi, comme celles de M. Steiner, que la vue est conservée chez les Poissons ainsi opérés; mais j'ajoute, avec lui, que la persistance de la vue, dans ces conditions, était déjà chose démontrée. J'avais constaté ce fait dès 1864. »

MUSIQUE. — *Sur le métronome normal.* Note de M. **Saint-Saens.**

« La Musique diffère des arts plastiques en ceci, que les arts plastiques ont pour élément la division de l'espace, tandis que la Musique a pour élément la division du temps.

» En effet, la Musique est l'art de combiner les sons successivement (mélodie) ou simultanément (harmonie). Dans l'un ou l'autre cas, un son étant composé d'un certain nombre de vibrations isochrones dans un temps donné, toute la Musique se réduit à une relation entre des nombres. La mélodie et l'harmonie ne sont autre chose que des combinaisons rythmiques.

» On peut envisager les sons : 1° au point de vue de la rapidité plus ou

moins grande des vibrations qui les composent; 2° au point de vue de leur durée. Dans les deux cas, la relation entre les différents sons constitue à elle seule tout l'intérêt musical. Aux XVe et XVIe siècles, on ne se préoccupait pas d'autre chose. Le diapason était arbitraire et aucune indication ne venait guider le musicien pour la rapidité ou la lenteur de l'exécution, pour ce qu'on appelle en terme de musique le *mouvement d'un morceau*.

» Le développement de l'art du chant, en faisant appel à toutes les ressources de la voix, à toute l'étendue de l'échelle vocale, a fait sentir peu à peu la nécessité d'un point de départ absolu, quant au diapason; chaque pays choisit le sien à sa guise. L'art poursuivant son évolution, on arriva nécessairement à reconnaître la nécessité d'un diapason unique, et l'Académie des Sciences a résolu le problème en créant le diapason normal, que toutes les nations adoptent successivement.

» D'un autre côté, le développement des combinaisons du rythme faisait naître la nécessité de déterminer le mouvement des morceaux de musique. On l'a fait dans des termes vagues, que chacun interprétait comme il pouvait, et l'on n'a pas connu d'autre moyen jusqu'à l'apparition du métronome. Cet instrument, inventé à la fin du siècle dernier par Stœckel et perfectionné par Maelzel, est un pendule muni d'un curseur et d'une échelle graduée, basée sur la division de la minute de temps. Dans les métronomes le plus fréquemment employés, les divisions s'étendent depuis $\frac{1}{40}$ jusqu'à $\frac{1}{208}$ de minute.

» Cet instrument est universellement employé. Malheureusement, il ne peut être réellement utile qu'à la condition d'être un instrument de précision, ce qu'il n'est presque jamais. Le monde musical est peuplé de métronomes mal construits, mal réglés, qui égarent les musiciens au lieu de les guider.

» L'Académie, qui a rendu un si grand service à l'art par la création du diapason normal, compléterait son œuvre en dotant la Musique d'un métronome normal, réglé mathématiquement, et en obtenant du Gouvernement que les métronomes, avant d'être livrés au public, fussent vérifiés et poinçonnés, comme le sont les diapasons, les poids et les mesures. »

M. le **Président** prie les Sections de Mécanique et de Physique d'examiner la question du métronome normal.

ANALYSE. — *Sur une extension d'un théorème de Clebsch relatif aux courbes du quatrième degré;* par M. **Sylvester**.

« En appliquant un terme quelconque du développement de

$$(\delta_x, \delta_y, \delta_z, \ldots)^{\eta}$$

au quantic $(x, y, z, \ldots)^{2\eta}$, on obtient autant de fonctions de degré η qu'il y a de termes dans chaque fonction. L'ensemble de leurs coefficients peut donc être regardé comme la matrice d'un déterminant auquel nous donnerons le même nom de *catalecticant*, dont on fait usage dans le cas des formes binaires.

» On voit très aisément que la matrice catalectique, pour une puissance d'une fonction linéaire de variables, possède cette propriété que chaque déterminant mineur du second ordre qu'elle contient s'évanouit. Conséquemment, deux colonnes quelconques d'une telle matrice, associées à d'autres colonnes arbitraires, en nombre suffisant pour former une matrice carrée nouvelle, feront s'évanouir le déterminant de cette dernière.

» Or la matrice catalectique d'une somme de puissances de fonctions linéaires des mêmes variables est la somme des matrices qui appartiennent à chacune prise séparément; donc, comme conséquence immédiate de cette propriété dont nous avons parlé, si le nombre de ces matrices est moindre que l'ordre de chacune, le déterminant de leur somme s'évanouira, car il pourra être résolu dans une somme de déterminants dont chacun aura la valeur zéro (1).

» 1° Prenons deux variables. Le catalecticant sera de l'ordre $\eta + 1$; on retrouve ainsi cette règle bien connue, et qui ne contient rien d'exceptionnel ni de paradoxal : pour qu'une forme binaire d'ordre 2η soit équi-

---

(1) S'il y a n matrices, chacune de l'ordre N (de sorte que N est le nombre des colonnes dans chaque matrice), on associera à volonté la première colonne d'une quelconque des n matrices avec la seconde, avec la troisième, etc. colonne, prises ou dans la même ou dans aucune autre matrice, en sorte que le nombre des nouvelles matrices partielles sera n^N. Il est évident que, N étant par hypothèse plus grand que n, deux colonnes *au moins* de chaque matrice ainsi formée appartiendront à une même matrice fondamentale, c'est-à-dire à la matrice catalectique d'une puissance d'une fonction linéaire des variables. Voilà la raison pour laquelle chacun des n^N déterminants partiels est égal à zéro.

valente à la somme de η puissances de fonctions linéaires, il faut que le catalecticant de la forme soit nul.

» 2° Prenons trois variables et faisons $\eta = 2$: l'ordre du déterminant catalectique de $(ax + by + cz)^4$ étant 6, le catalecticant de

$$\sum_{\theta=5}^{\theta=1} (a_\theta x + b_\theta y + c_\theta z)^4 = 0.$$

» Cela donne le théorème de Clebsch, à savoir que le premier membre de l'équation d'une courbe du quatrième degré n'est pas, en général, exprimable en une somme de cinq puissances de fonctions linéaires des variables.

» 3° Prenons cinq variables, en faisant encore $\eta = 2$. L'ordre du déterminant catalectique $(ax + by + cz + dt + eu)^4$ étant 15, le catalecticant de

$$\sum_{\theta=14}^{\theta=1} (a_\theta x + b_\theta y + c_\theta z + d_\theta t + e_\theta u)^4$$

s'évanouit.

» Or $5 \times 14 = 70$, ce qui est justement le nombre $\frac{5.6.7.8}{1.2.3.4}$ des coefficients de $(x, y, z, t, u)^4$.

» On arrive ainsi à cette conclusion nouvelle, et un peu paradoxale, que l'équation d'une hypersurface du quatrième degré, bien que contenant le même nombre de constantes que la somme de 14 puissances biquadratiques de fonctions linéaires des variables, ne peut pas en général être exprimée comme une telle somme; car, pour que cela fût possible, il faudrait que le catalecticant de l'hypersurface s'évanouît;

» 4° Prenons encore $\eta = 2$, et considérons la somme de 9 puissances quatrièmes de fonctions linéaires de x, y, z, t. Le catalecticant de cette somme sera de l'ordre 10 et, conséquemment, zéro.

» Donc le premier membre de l'équation d'une surface du quatrième degré qui ne contient que 35 constantes ne peut pas en général être mis sous la forme d'une somme de 9 puissances de fonctions linéaires des variables, quoique cette somme contienne 36 constantes disponibles.

» Ce résultat pour les surfaces est, on le voit, un peu plus *paradoxal*, en apparence, que le théorème de Clebsch, sur les courbes du quatrième degré, quoiqu'en effet il n'y ait aucun paradoxe, ni dans l'un ni dans l'autre de ces théorèmes, pour ceux qui sont convaincus qu'on ne doit jamais se

fier, sans contrôle, aux conclusions apparentes, fournies par la comparaison numérique de constantes. »

HYDRAULIQUE. — *Nouvelle série d'expériences sur la marche automatique de l'appareil d'épargne construit à l'écluse de l'Aubois.* Note de M. **A. de Caligny.**

« On a fait, dans le mois de mai dernier, une série d'expériences nouvelles sur la marche automatique de l'appareil de mon invention construit à l'écluse de l'Aubois. Quand on a fait celles que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie des Sciences le 7 mai 1883, et qui ont ensuite été publiées avec plus de détails, pages 941 et suivantes du second Volume de mon Ouvrage intitulé : *Recherches théoriques et expérimentales sur les oscillations de l'eau et les machines hydrauliques à colonnes liquides oscillantes* (1), la disposition des anneaux inférieurs des tubes mobiles était celle qui est dessinée (*Pl. VI*), ainsi que dans les *Annales des Ponts et Chaussées*, Cahier de septembre 1880, dans une étude de M. Vallès sur ce système.

» On a profité d'un chômage du canal latéral à la Loire pour modifier la partie inférieure du tube mobile dit *d'aval*. Elle est aujourd'hui entourée d'une pièce de bois *annulaire*, ayant pour section un triangle rectangle isoscèle. L'arête extérieure est à une distance d'environ un décimètre de la paroi extérieure de ce tuyau. Cette pièce, appelée *parapluie renversé*, augmente considérablement la force de succion, qui tend à ramener ce tube sur son siège, quand l'eau sort de l'écluse, et permet par conséquent d'augmenter notablement sa levée.

» Mais, à cause de la disposition d'une pièce de bois verticale qui, depuis qu'elle est mise à l'intérieur de ce tube, permet d'obtenir la marche automatique du système, il y avait à craindre une difficulté. Lorsque le tube d'aval se relevait de lui-même, il y avait encore une certaine hauteur d'eau à son intérieur. Or, quand il se soulève, cette eau pourrait produire sous la pièce annulaire dont il s'agit une succion contraire à cette levée. Il était donc convenable que la surface inférieure de cette pièce fût assez relevée pour atténuer au besoin cette difficulté.

---

(1) L'auteur a reçu pour cet Ouvrage, présenté à l'Académie des Sciences le 4 juin 1883, un diplôme d'honneur de l'Exposition internationale universelle de la Nouvelle-Orléans et des médailles d'or de celles d'Amsterdam et d'Anvers.

» Mais il y avait encore une autre raison pour adopter une forme analogue. Quand l'eau rentre dans l'écluse, sa vitesse sous cette couronne tend à faire retomber ce tube, en vertu du principe qui fait descendre les poutrelles dans les barrages.

» Dans la nouvelle série d'expériences on a fait, abstraction faite même de cette pièce, une observation intéressante. A l'époque du remplissage de l'écluse on est encore obligé, il est vrai, de baisser une première fois à la main le tube d'aval. Mais ensuite, pour les premières périodes, on a remarqué que le tube d'amont se levait avant que celui d'aval eût achevé de se baisser; de sorte qu'il se précipitait sous le tube d'aval une bouffée d'eau, qui contribuait fortement à le faire redescendre sur son siége.

» Voici le détail du phénomène qui doit dépendre en partie de ce que, à l'écluse de l'Aubois, le tube d'amont est sur un coude arrondi à l'*extrémité* du tuyau de conduite, tandis que celui d'aval est posé perpendiculairement à l'axe de ce tuyau. L'eau revenant de l'écluse et le niveau étant descendu dans le tube d'amont, la colonne liquide se dirige *directement* vers celui-ci qui est au-dessus du coude arrondi, tandis qu'elle est obligée de se détourner à angle droit pour se rendre au bief inférieur, où elle ne peut pénétrer, par une veine annulaire, qu'en se détournant une seconde fois à angle brusque.

» Elle trouve d'ailleurs, en aval de l'une et l'autre flexion brusque, un espace pour tournoyer, et même, au-dessus de la nappe annulaire de sortie, les mouvements de l'eau donnent lieu à un déploiement de force centrifuge, qui contribue à la somme des forces de succion, en vertu desquelles le tube d'aval redescend vers son siége. On conçoit comment il peut résulter de ces diverses causes, dans le tube d'amont, une élévation d'eau qu'on voyait s'y produire bien au-dessus du niveau du bief inférieur, même avant que le tube d'aval touchât son siége, d'autant plus que le tube d'aval, en commençant sa descente, étranglait de plus en plus la nappe annulaire.

» Il résulte de cet exhaussement, constaté dans le tube d'amont, qu'un flotteur disposé au bas de celui-ci a pu agir de manière à commencer à le soulever. A cet instant, une petite *bouffée* d'eau se précipite vers le tube d'aval et contribue à augmenter la force de succion, de manière à lui faire atteindre son siége, sans qu'il soit nécessaire pour cela de faire redescendre beaucoup d'eau de l'écluse. Cependant, jusqu'à présent, on a été, comme je l'ai dit, obligé de baisser une première fois à la main le tube d'aval pendant le remplissage de l'écluse. La manière dont ce tube fonctionne met en lumière l'emploi des forces de succion.

» Le tube d'aval se lève beaucoup plus haut qu'à l'époque où le *parapluie renversé* n'existait pas. Mais la vitesse de rentrée de l'eau dans l'écluse étant à son maximum, le tube redescend en vertu du mode de succion qui fait enfoncer les poutrelles dans les barrages. Il reste levé cependant beaucoup plus haut qu'il ne le faisait avant la pose de cette pièce. Quand la vitesse de rentrée s'éteint, ce tube se relève notablement; mais il fait une oscillation en sens contraire et il est *saisi* par la succion résultant du retour d'une petite quantité d'eau de l'écluse.

» L'état actuel des maçonneries et des portes de l'écluse n'a pas encore permis de mesurer, avant un chômage du canal, le degré d'avantage résultant certainement de l'augmentation de levée du tube d'aval pendant la marche automatique. Mais je n'ai pas cru devoir attendre plus longtemps avant de présenter à l'Académie ces résultats nouveaux. »

CHIMIE. — *Sur la fluorescence anciennement attribuée à l'yttria.* Note de M. **Lecoq de Boisbaudran.**

« L'Académie se rappelle sans doute la discussion qui s'est établie devant elle, entre M. Crookes et moi, au sujet de l'origine des bandes fluorescentes que mon savant ami anglais attribuait à l'yttria, tandis que je les croyais dues à des impuretés dont il était seulement fort difficile de débarrasser l'yttria vraie.

» J'ai montré ([1]) que l'yttria purifiée (caractérisée par le spectre électrique obtenu avec sa solution chlorhydrique) ne donne plus naissance aux phénomènes de fluorescence, non seulement lorsqu'on traite sa solution chlorhydrique par le procédé *de renversement*, mais aussi quand on soumet son sulfate anhydre à l'action de l'effluve électrique *dans le vide*, suivant le beau procédé découvert par M. Crookes.

» En reconnaissant récemment la complexité de l'ancienne yttria ([2]) et en annonçant l'existence de nouveaux éléments caractérisés par les bandes fluorescentes d'abord attribuées à l'yttria, il me semble donc que M. Crookes s'est, au fond, implicitement rallié à l'opinion que j'ai toujours soutenue, bien qu'il n'ait pas rappelé cette opinion (par inadvertance sans doute) dans l'article qu'il a fait paraître le 17 juin dernier dans la *Nature* anglaise.

([1]) *Comptes rendus*, p. 591, 14 septembre 1885.

([2]) La *Nature* anglaise, 17 juin 1886, p. 160 à 162.

» D'après les derniers travaux de M. Crookes, les bandes fluorescentes de l'ancienne yttria, tout en n'étant pas dues à l'yttria proprement dite, auraient réellement des origines différentes de celles de mes fluorescences Zα et Zβ obtenues *par renversement;* fluorescences Zα et Zβ que je pensais avoir mêmes causes chimiques que les fluorescences *au vide* de M. Crookes.

» Dans l'espoir de contribuer à éclairer cette question, j'ai fait les expériences suivantes :

» Au moyen d'une longue série de fractionnements soignés, j'ai obtenu une terbine (¹) qui donne, *par renversement*, un spectre fluorescent magnifique et composé de toutes les bandes Zβ (²), avec seulement un faible reste de la bande jaune de Zα.

» J'ai introduit une petite quantité de cette terbine dans de l'yttria purifiée qui ne donne plus, dans le vide, l'ancienne fluorescence de M. Crookes ou, du moins, ne laisse voir qu'une trace insignifiante de la bande citron. Le sulfate anhydre de ce mélange (yttria souillée d'un peu de terbine) montre, dans le vide, une belle fluorescence dans laquelle brillent les *deux* bandes vertes du dessin fait par M. Crookes pour l'ancienne yttria; l'intensité relative des deux bandes, leurs largeurs, etc., sont tout à fait conformes à ce dessin. En résumé, ce sont les *deux* bandes vertes de M. Crookes obtenues avec une trace de terbine ne donnant par renversement qu'*une seule* large bande. Dans cette expérience, le spectre du samarium est bien développé (³), mais l'ensemble du spectre de Zβ est très faible, sauf les deux bandes vertes dont il vient d'être parlé. La couleur de la fluorescence, examinée à l'œil nu, est d'un jaune orangé très clair.

» Ayant répété l'expérience avec de la chaux (au lieu d'yttria), j'ai obtenu, dans le vide, une magnifique fluorescence d'un beau vert et plus brillante que celle réalisée avec l'yttria mêlée de terbine. Cette fois, la bande verte n'est pas dédoublée. Les autres bandes de Zβ sont belles. La fluorescence de Zα (faible par renversement avec la terbine) est bien dé-

(¹) La fluorescence Zβ, par renversement, est au maximum d'intensité dans les terbines les plus colorées en rouge brun; Zβ paraît donc être identique avec Tr ou, du moins, il n'y a pas jusqu'ici de preuve contre cette identité.

(²) *Comptes rendus*, p. 899, 19 avril 1886.

(³) Ma terbine, dont la solution chlorhydrique concentrée ne donne plus, sous une épaisseur d'environ 15^{mm}, trace appréciable des bandes d'absorption du samarium, contient évidemment encore une très *petite* quantité de ce corps, ainsi que de gadolinium dont le spectre électrique a, cependant, aussi cessé d'être discernable.

veloppée et comprend les bandes jaune et bleue. Par contre, les deux raies vertes de M. Crookes ne se distinguent pas, et les bandes du samarium sont faibles.

» J'ai ensuite fait la même double expérience en partant d'une terre donnant, *par renversement*, un beau spectre de Zα et un spectre plus faible de Zβ; cette terre contient notablement d'erbine et d'holmine.

» Avec de l'yttria purifiée, additionnée d'une petite quantité de la terre en question, la fluorescence, dans le vide, donne une très belle bande citron paraissant identique avec celle décrite par M. Crookes, c'est-à-dire une bande nébuleuse sur laquelle se détache une raie presque étroite, à bords nets, qui n'existe pas sous cette forme dans le spectre obtenu par renversement. La bande verte est plus faible que la bande citron, mais elle est dédoublée, comme dans le dessin de M. Crookes. La couleur de la fluorescence, examinée à l'œil nu, est d'un beau jaune vert.

» Si l'on emploie la même terre, riche en Zα et de la chaux (au lieu d'yttria), la bande jaune Zα est superbe, mais elle ne porte plus de raie à bords nets; la bande bleue de Zα est bien développée. D'autre part, la bande verte (un peu moins brillante que les deux bandes qu'on observe avec l'yttria) n'est pas dédoublée. La couleur de la fluorescence, examinée à l'œil nu, est beaucoup plus blanche qu'avec l'yttria et l'éclat est encore supérieur.

» Deux explications principales me paraissent pouvoir être proposées pour ces observations:

» 1° Les bandes citron et double vert de M. Crookes ne seraient autres que mes bandes de renversement Zα et Zβ, modifiées dans leurs structures par la nature du corps solide qui sert pour ainsi dire de dissolvant à la matière active.

» 2° Les bandes citron et double vert auraient des origines différentes de celles de mes bandes Zα et Zβ et l'on constaterait alors ce fait singulier que les bandes de M. Crookes se produiraient, à l'exclusion des bandes Zα et Zβ, en présence d'un excès d'yttria, tandis que ce serait l'inverse au sein de la chaux.

» M. Crookes, dans son article de la *Nature*, paraît attribuer au gadolinium la double bande verte, ce qui conduirait à résumer ainsi les expériences ci-dessus.

» Avec l'yttria, les bandes de Sm et de Gd se produiraient presque seules. Avec la chaux, les bandes de Zα et de Zβ prendraient naissance à

l'exclusion complète des deux bandes vertes du gadolinium et presque complète des bandes du Sm ([1]).

» On voit qu'il reste encore d'intéressantes études à faire sur ce sujet. »

M. Wolf, au nom de M. Gauthier-Villars et au sien, présente un Ouvrage intitulé : « Les hypothèses cosmogoniques, Examen des théories scientifiques modernes sur l'origine des mondes, suivi de la traduction de la *Théorie du Ciel* de Kant ».

« Mon but en écrivant ces pages a été, dit M. Wolf, de montrer que la théorie de Laplace, complétée par les travaux de divers savants et, en particulier, de M. Roche, est encore aujourd'hui celle qui répond le mieux aux conditions qu'on doit exiger d'une hypothèse cosmogonique. Je crois avoir écarté toutes les difficultés qui lui ont été opposées, et, en particulier, celle qui a conduit M. Faye à la rejeter entièrement, savoir la prétendue nécessité d'une rotation rétrograde des planètes. Il ne reste debout, contre l'hypothèse de notre grand géomètre, que les objections qui atteignent également toute théorie fondée sur l'état nébuleux primitif de la matière. J'ai introduit d'ailleurs une modification profonde dans l'hypothèse nébulaire, en faisant voir qu'il est impossible de considérer les nébuleuses actuelles comme représentant le chaos originel d'où sont sortis les soleils.

» J'ai joint à mon travail la traduction littérale de la *Théorie du Ciel* par Emmanuel Kant. Cette Théorie, dont on parle beaucoup, est à peu près inconnue en France, et cependant mérite mieux que l'oubli où on l'a laissée chez nous. »

La Commission chargée de présenter une question pour le Concours du prix Bordin de l'année 1888 (Commissaires : MM. Bertrand, Hermite, Darboux, Bonnet, Jordan) propose pour sujet de prix la question suivante : « Perfectionner en un point important la théorie du mouvement d'un corps solide. »

([1]) M. Crookes a cependant montré que la chaux développe les bandes du samarium ; mais, ici peut-être, la production des autres fluorescences s'oppose-t-elle à cette action ordinaire de la chaux?

La Commission chargée de présenter une question pour le Concours du grand prix des Sciences mathématiques de l'année 1888 (Commissaires : MM. Hermite, Bertrand, Darboux, Jordan, Bonnet) propose pour sujet de prix la question suivante : « Perfectionner la théorie des fonctions algébriques de deux variables indépendantes » (1).

RAPPORTS.

MÉTÉOROLOGIE. — *Rapport sur un Mémoire de M.* Poincaré *intitulé : « Influence de la Lune et du Soleil sur les alizés boréaux ».*

(Commissaires : MM. d'Abbadie et Mascart, rapporteur.)

« L'influence de la Lune sur le temps est une tradition populaire dans tous les pays; mais la tradition ne considère en général que les phases de la Lune et la plupart des tentatives faites pour vérifier cette croyance ont abouti à une conclusion négative.

» M. A. Poincaré, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, a présenté à l'Académie un travail considérable d'où il résulte que l'opinion populaire a un fond de vérité, à la condition toutefois de changer les dates qui servent aux pronostics du temps en les rapportant aux déclinaisons de la Lune et en tenant compte de l'influence antagoniste du Soleil.

» L'action de la Lune sur la Terre est un effet général qui doit mal se traduire dans une station déterminée où il est masqué par les influences locales. La première question était de définir, pour chaque jour et par un caractère important, l'état général de la circulation atmosphérique. M. Poincaré a utilisé les bulletins quotidiens publiés par le Signal Office des États-Unis, qui donnent les observations simultanées faites dans un grand nombre de stations terrestres, en même temps que celles qui ont été recueillies à bord des navires. Sur les Cartes de l'hémisphère nord, qui accompagnent cette publication, il a tracé la courbe enveloppe des régions dans lesquelles le vent vient du nord pour aboutir à l'équateur, courbe qui peut être considérée comme limitant le champ des vents alizés. La latitude moyenne de

(1) Les travaux destinés à ces Concours devront être envoyés au Secrétariat avant le 1er juin 1888.

cette courbe permet de déterminer par un chiffre, avec une certaine approximation, la latitude moyenne des points de départ des vents qui affluent vers l'équateur.

» Ce mode d'interprétation, appliqué d'abord d'une manière un peu différente à l'étude des alizés de 1880, a été étendu à la période entière de douze lunaisons et demie comprise entre le 10 décembre 1882 et le 13 décembre 1883. La courbe qui figure les latitudes des alizés ainsi définies présente beaucoup d'irrégularités dans le cours de l'année, mais elle paraît mettre en relief un certain nombre de relations remarquables.

» Nous considérerons d'abord l'influence de la Lune :

» 1° La latitude des alizés éprouve une oscillation régulière, de même période que celle des déplacements de la Lune en déclinaison, les latitudes les plus élevées correspondant aux lunistices boréaux et les latitudes les plus faibles aux lunistices austraux.

» 2° Aux équilunes, c'est-à-dire quand la Lune est à l'équateur, le déplacement des alizés subit un temps d'arrêt et la courbe présente une sorte de palier. Toutes choses égales, la latitude moyenne de ces paliers est plus grande aux équilunes ascendantes, c'est-à-dire quand la Lune va du sud au nord, qu'aux équilunes descendantes; l'influence de la Lune, sur l'ascension ou sur la descente des alizés, serait donc plus marquée quand elle se rapproche de l'équateur que lorsqu'elle s'en éloigne.

» 3° Le champ des alizés augmente quand la Lune se rapproche de la Terre et diminue quand elle s'éloigne; mais cette action ne prédomine celle de la marche en déclinaison que dans les jours voisins du périgée et de l'apogée.

» L'action du Soleil se manifeste par des modifications de moindre importance, mais la traduction graphique des observations semble démontrer les deux relations suivantes :

» 1° Toutes choses égales, la latitude moyenne des alizés est moindre pendant l'été, lorsque la déclinaison du Soleil est boréale;

» 2° Lorsque la Lune et le Soleil ont la même déclinaison australe, la latitude des alizés est augmentée; cette latitude est diminuée quand les deux astres ont la même déclinaison boréale.

» Il y aurait donc antagonisme entre les effets des marées atmosphériques dues au Soleil et à la Lune.

» Il est naturel de penser qu'un semblable travail appliqué à des années différentes doit montrer une correspondance entre les maxima de latitude

des alizés et les variations des maxima des déclinaisons lunaires. Les années de 1880 et 1883 se prêtent précisément à cette comparaison. Les valeurs extrêmes des déclinaisons lunaires ont été d'environ 5° plus grandes en 1880 qu'en 1883, et le champ des alizés a été lui-même notablement plus grand dans le premier cas que dans le second.

» On peut assurément conserver quelques doutes et faire des réserves sur les conclusions de l'auteur. La méthode adoptée pour déterminer la courbe enveloppe des alizés comporte une part d'arbitraire, surtout quand il s'agit de régions très étendues, comme le continent africain, où les observations sont manifestement insuffisantes. En second lieu, la latitude moyenne des alizés serait peut-être mieux définie par le centre de gravité de la région sur laquelle règne ce régime de vents, plutôt que par la moyenne des latitudes de la courbe enveloppe. Nous devons remarquer toutefois que la délimitation des enveloppes d'alizés a été faite par une méthode entièrement indépendante de toute idée préconçue, et que les résultats ne sont pas sensiblement modifiés, comme l'a constaté M. Poincaré lui-même, quand on change la manière de tracer les limites et de calculer les latitudes moyennes.

» Malgré ces réserves, nous pensons que l'Académie doit accueillir avec faveur le travail de M. Poincaré, parce qu'il touche à une des questions les plus importantes pour la Physique du globe, et que le mode de discussion employé a un caractère véritablement scientifique.

» Il est à désirer que l'attention des météorologistes soit appelée sur ce point. Si les relations annoncées par l'auteur trouvent leur confirmation dans des travaux ultérieurs, elles peuvent fournir les éléments d'une prévision du temps à longue échéance; tout progrès dans cette voie aurait une importance sur laquelle il n'est pas nécessaire d'insister.

» Nous avons, en conséquence, l'honneur de proposer à l'Académie de remercier M. Poincaré de sa Communication. »

Les conclusions du Rapport sont mises aux voix et adoptées.

M. **Bouquet de la Grye** fait remarquer, au sujet de l'opinion émise par M. Mascart « que la plupart des tentatives faites pour saisir l'influence de la Lune sur le temps ont abouti à un résultat négatif », que son savant Confrère lui paraît ne point tenir suffisamment compte des Mémoires publiés en France ou à l'Étranger où cette influence est mise en évidence

d'une façon absolument nette. Pour sa part, M. Bouquet de la Grye a donné les formules liant les pressions barométriques aux positions lunisolaires pour plusieurs stations (*Comptes rendus*, juin 1879, février 1881; *Passage de Vénus, Mission de l'île Campbell*, p. 372).

Avant lui, M. de Parville avait donné des conclusions dans le même sens, notamment en ce qui concerne l'influence de la déclinaison de la Lune sur la direction du vent.

La voie dans laquelle entre M. Poincaré n'en est pas moins très intéressante, et on ne peut que l'encourager à poursuivre des études dont les résultats pratiques auront une grande utilité.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE. — *Action d'un courant électrique sur l'acide fluorhydrique anhydre.* Note de M. **H. Moissan**, présentée par M. Debray.

(Renvoi à la Section de Chimie).

« En soumettant à l'électrolyse, au moyen du courant d'une pile de 50 éléments Bunsen, dans un tube en U en platine, l'acide fluorhydrique anhydre préparé par le procédé de M. Fremy et avec toutes les précautions indiquées par ce savant, on obtient, en opérant à $-50°$:

» Au pôle négatif :

» Un dégagement d'hydrogène facile à caractériser;

» Au pôle positif :

Un courant continu d'un gaz présentant les propriétés suivantes : en présence du mercure, absorption complète avec formation de protofluorure de mercure de couleur jaune clair;

» En contact avec l'eau, décomposition de cette dernière avec production d'ozone.

» Le phosphore s'enflamme en présence de ce gaz en fournissant des fluorures de phosphore.

» Le soufre s'échauffe et fond rapidement.

» Le carbone semble être sans action.

» Le chlorure de potassium fondu est attaqué à froid avec dégagement de chlore.

» Enfin le silicium cristallisé, lavé à l'acide azotique et à l'acide fluorhy-

drique, prend feu au contact de ce gaz et brûle avec éclat en produisant du fluorure de silicium.

» L'électrode en platine iridié formant le pôle positif est fortement rongée, tandis que l'électrode de platine du pôle négatif est intacte.

» On me permettra de ne pas tirer de conclusions définitives [1] de cette action du courant sur l'acide fluorhydrique; je ne fais qu'indiquer aujourd'hui ces premiers résultats; je continue ces recherches et j'espère soumettre bientôt de nouvelles expériences sur ce sujet au jugement de l'Académie. »

M. **Charnaux** adresse une Note sur l'emploi du charbon végétal pour combattre le Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Les Ages préhistoriques de l'Espagne et du Portugal, Ouvrage de M. *E. Cartailhac*. Préface par M. *A. de Quatrefages*. (Présenté par M. de Quatrefages.)

2° La Végétation de la région lyonnaise et de la partie moyenne du bassin du Rhône, Ouvrage de M. *Ant. Magnin*. (Présenté par M. Duchartre.)

3° Une brochure portant pour titre : « Cape of Good Hope. Ministerial department of Crown lands and public Works. Report of the Surveyor general for the year 1885. » (Présentée par M. Mouchez.)

M. **Charles Brongniart** adresse à l'Académie une Lettre pour lui annoncer qu'un Comité dont il est le président ouvre une souscription destinée à offrir une médaille à M. Chevreul, en souvenir de sa centième année. Il demande le concours des Membres de l'Académie.

---

(1) On peut faire, en effet, diverses hypothèses sur la nature du gaz dégagé; la plus simple serait que l'on se trouve en présence du fluor, mais il serait possible, par exemple, que ce fût un perfluorure d'hydrogène ou même un mélange d'acide fluorhydrique et d'ozone assez actif pour expliquer l'action si énergique que ce gaz exerce sur le silicium cristallisé.

THERMODYNAMIQUE. — *Sur l'écoulement des gaz dans le cas du régime permanent.* Note de M. **Hugoniot**, présentée par M. Sarrau.

« M. Hirn a exécuté récemment (¹) une importante série d'expériences en vue de déterminer les vitesses d'écoulement des gaz dans le cas des grandes différences de pression. De l'air à la pression ordinaire, renfermé dans un gazomètre, s'écoulait dans un récipient où la pression initiale était très faible. M. Hirn mesurait le débit (masse de gaz écoulée dans l'unité de temps), et il en déduisait par le calcul les vitesses d'écoulement. D'après lui, les vitesses auraient, dans les premiers instants, surpassé 4000^m et auraient été, par suite, bien supérieures à celles qui sont indiquées par les formules usuelles.

» M. Hirn en conclut que les lois de l'Hydrodynamique sont en défaut, ainsi que la théorie dite *cinétique*, au moyen de laquelle un grand nombre de physiciens cherchent à rendre compte des propriétés des gaz.

» En ce qui concerne la théorie cinétique, M. Clausius (²) a déjà répondu aux objections de M. Hirn; c'est un point sur lequel je n'ai pas l'intention d'insister.

» M. Clausius a fait remarquer avec raison que M. Hirn ne mesurait pas directement les vitesses d'écoulement, mais qu'il les calculait au moyen d'hypothèses contestables. Un examen attentif m'a prouvé que les résultats obtenus, loin de contredire la formule bien connue de Weisbach ou de Zeuner, en fournissent au contraire la vérification.

» Pour calculer ses vitesses au moyen du débit mesuré, M. Hirn regardait la section contractée de la veine comme constante pour un même orifice, et il la déterminait par des expériences préalables exécutées avec de très faibles différences de pression. Il admettait en outre que, dans la section contractée de la veine, la pression était, dans tous les cas, sensiblement égale à la pression moyenne dans le récipient où le fluide s'écoulait. Mais il est facile de voir que cette dernière hypothèse est inexacte.

» Considérant, en effet, un filet en un point duquel la section est ω, la vitesse V, la pression p et la densité ρ, la permanence du mouvement exige

---

(¹) *Annales de Chimie et de Physique*, mars 1886.
(²) *Bulletin de l'Académie royale de Belgique*, 3e série, t. IX, n° 3; 1886.

que le produit $V\omega\rho$ soit constant, de sorte que l'on a

$$\omega = \frac{H}{\rho V},$$

H désignant une constante.

» Soient p_0 la pression et ρ_0 la densité au point du filet où la vitesse est sensiblement nulle. Supposant d'abord la transformation *adiabatique*,

$$\rho = \rho_0 \left(\frac{p}{p_0}\right)^{\frac{1}{m}},$$

m désignant le rapport des chaleurs spécifiques, la valeur de V est donnée d'autre part par la formule de Zeuner, de sorte que ω devient une fonction de p. Or on trouve sans difficulté que cette fonction présente un minimum pour $p = \alpha p_0$, la valeur de α étant égale à $\left(\frac{2}{m+1}\right)^{\frac{m}{m-1}}$, c'est-à-dire à $0,522$, si l'on fait $m = 1,41$.

» On arrive à la même conclusion quand on suppose la transformation *isothermique;* seulement il faut prendre $\alpha = e^{-\frac{1}{2}} = 0,607$.

» Ces résultats, rigoureux pour un simple filet, peuvent être appliqués très approximativement à une veine de dimensions latérales finies, mais très petites; ω désigne alors une section faite normalement à l'axe de la veine.

» Dans les expériences de M. Hirn, on peut admettre que la pression dans la veine diminue constamment depuis la pression initiale p_0 jusqu'à la pression finale p_1. Mais deux cas bien différents sont à distinguer. Si l'on a $p_1 > \alpha p_0$, la section diminue constamment jusqu'à ce que la pression soit devenue égale à p_1, conformément à l'hypothèse de M. Hirn. Mais si $p_1 < \alpha p_0$, la section diminue seulement jusqu'au point où la pression est devenue égale à αp_0; au delà, elle se montre croissante, de sorte que la pression dans la section contractée est indépendante de p_1 et égale à αp_0.

» Ainsi, dans chaque expérience, la pression dans la section contractée demeurait constante jusqu'au moment où la pression moyenne dans le récipient était devenue égale à αp_0, c'est-à-dire jusqu'à une valeur de p_1 supérieure à $\frac{1}{2}p_0$. C'est ce qui explique pourquoi le débit se montrait sensiblement constant dans les premiers instants.

» C'est en ayant égard aux observations qui précèdent que j'ai comparé les résultats des expériences aux principales formules en usage.

» Supposant d'abord la transformation adiabatique et admettant, par suite, la formule de Zeuner, j'ai calculé, pour chaque valeur du débit W, la vitesse V et la densité ρ dans la section contractée de la veine. Désignant alors par ω l'aire de la section contractée, par Ω celle de l'orifice, j'ai déterminé le coefficient de contraction par la formule $\frac{\omega}{\Omega} = \frac{W}{\Omega \rho V}$. Les résultats ont été les suivants ;

» Pour chaque orifice, le coefficient de contraction se montrait croissant avec le rapport $\frac{p_0}{p_1}$ de la pression dans le gazomètre à la pression dans le récipient. Toutefois, pour les orifices munis d'ajutages coniques convergents, les variations étaient extrêmement faibles, et la valeur limite différait à peine de l'unité, ce qui s'explique facilement, attendu que la contraction de la veine doit s'effectuer presque entièrement dans l'ajutage. L'hypothèse d'une transformation adiabatique et la formule de Zeuner, qui en est la conséquence, se trouvent ainsi d'accord avec les faits observés.

» Mais il est à remarquer que c'est à cette hypothèse que correspond le maximum du débit. Si l'on admettait que le gaz éprouve, pendant sa détente, un réchauffement sensible, on serait conduit, pour le cas des ajutages coniques, à attribuer au coefficient de contraction des valeurs supérieures à l'unité. Ainsi, en supposant la transformation isothermique, le calcul indiqué ci-dessus fournirait, pour $\frac{\omega}{\Omega}$, des valeurs égales à 1,14, ce qui n'aurait absolument aucun sens.

» Il faut donc admettre que, malgré la présence de l'ajutage, la transformation subie par le gaz était presque rigoureusement adiabatique. Les vitesses d'écoulement doivent dès lors être calculées par la formule de Zeuner, du moins jusqu'au point où la veine présente son maximum de contraction. Quant à ce qui se passe au delà de ce point, les expériences analogues à celles de M. Hirn, où l'on se contente de mesurer le débit, ne peuvent fournir aucune indication.

» Les valeurs que M. Hirn a assignées aux vitesses dans la section contractée, pour le cas des grandes différences de pression, sont ainsi fort exagérées. Loin d'atteindre des valeurs de 4000^{m}, on peut être assuré qu'elles n'ont pas dépassé 315^{m}. »

THERMODYNAMIQUE. — *Sur la condensation des vapeurs.* Note de M. P. DUHEM.

« Dans un récent Mémoire (¹), M. Robert von Helmholtz a établi expérimentalement le fait suivant : lorsqu'on refroidit une vapeur, la formation du brouillard qui indique la condensation ne se produit pas exactement au point de saturation, mais seulement à une température plus basse. M. Robert von Helmholtz attribue ce phénomène à l'influence qu'exerce sur la tension de vapeur saturée d'un liquide la courbure de la surface qui termine ce liquide. Cette influence a été pour la première fois signalée par Sir W. Thomson. M. Robert von Helmholtz en démontre l'existence au moyen des méthodes introduites en Thermodynamique par M. Gibbs et employées depuis dans la solution de plusieurs questions par M. Hermann von Helmholtz. Il trouve ainsi une formule qui diffère de celle qu'a proposée Sir W. Thomson, bien qu'elle conduise à peu près aux mêmes résultats numériques.

» J'ai exposé d'une manière complète, il y a un an (²), l'application des principes posés par M. Gibbs et par M. Hermann von Helmholtz à l'étude de l'influence que la courbure des surfaces exerce sur les phénomènes de vaporisation. Le problème traité par M. Robert von Helmholtz ne diffère de celui que j'ai traité moi-même qu'en ce que M. R. von Helmholtz étudie l'équilibre d'une gouttelette liquide suspendue dans une grande masse de vapeur et que j'ai étudié, au contraire, l'équilibre d'une bulle de vapeur au milieu d'un liquide. Mais il suffit, dans mes raisonnements, d'intervertir les deux mots *liquide* et *vapeur* pour les appliquer immédiatement au problème traité par M. Robert von Helmholtz.

» On obtient ainsi une formule qui diffère de la formule proposée par M. Robert von Helmholtz en ce qu'elle renferme un terme relatif à l'influence que la pression capillaire exerce sur le liquide de la goutte. En négligeant ce terme, on retrouve la formule de M. Robert von Helmholtz. Mais, pour retrouver le résultat qu'il avait en vue de démontrer, il n'est

---

(¹) *Wiedemann's Annalen der Physik und Chemie*, t. XXVII, p. 508 (mai 1886).

(²) *Applications de la Thermodynamique aux phénomènes capillaires* (*Annales scientifiques de l'École Normale supérieure*, 3ᵉ série, t. II, p. 207; juin 1885).

nullement nécessaire de faire cette approximation. Les raisonnements que j'ai indiqués dans mon Mémoire suffisent à cet objet.

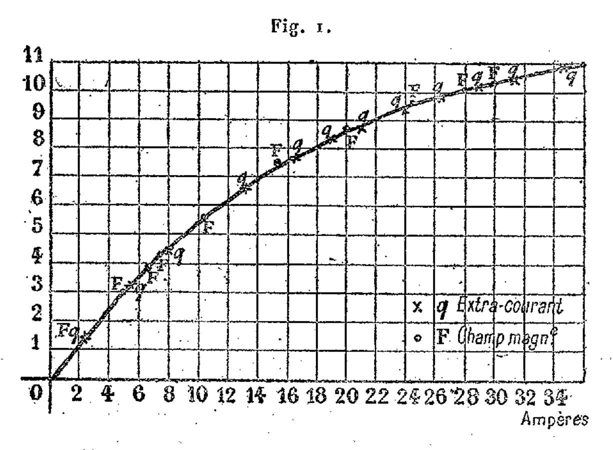
» M. Robert von Helmholtz a montré aussi par l'expérience que les poussières faisaient cesser le phénomène de sursaturation de la vapeur. Les considérations que j'ai exposées dans un travail sur les corps hygrométriques (¹) donnent aisément l'explication de ce fait, si l'on suppose que, parmi les poussières, il se trouve des corps susceptibles d'être *mouillés* par l'eau. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le coefficient de self-induction de la machine Gramme.* Note de M. **Ledeboer**, présentée par M. Lippmann.

« Les mesures suivantes se rapportent à une machine Gramme (type ordinaire d'atelier) mise obligeamment à notre disposition par M. Sciama, Directeur des ateliers Breguet.

» Nous avons d'abord cherché si dans une telle machine il y a proportionnalité entre le champ magnétique F et l'extra-courant q. La *fig.* 1

Fig. 1.



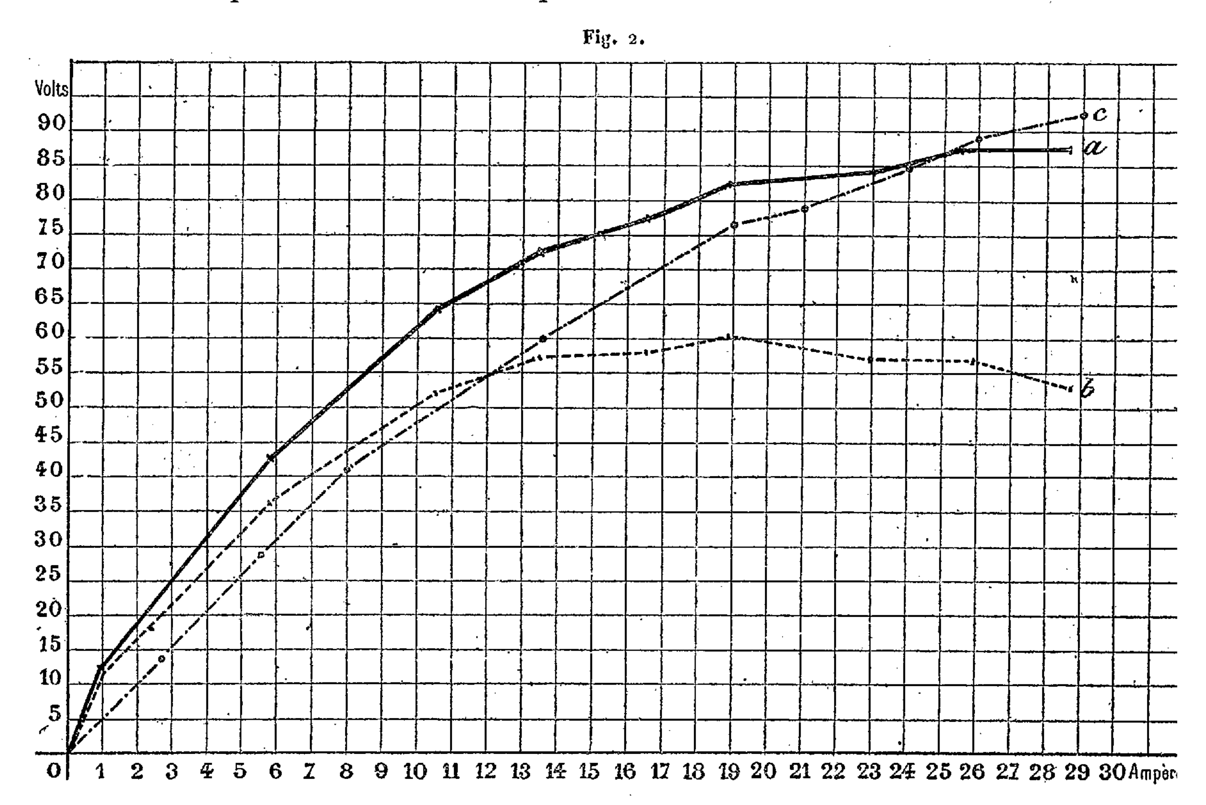
montre que l'accord est parfait et que les variations de l'extra-courant permettent de prévoir les variations du champ magnétique produit par les inducteurs.

» La courbe précédente a été reproduite [*fig.* 2 (*c*)] en même temps que

(¹) *Sur les corps hygrométriques* (*Journal de Physique pure et appliquée*, 2ᵉ série, t. V; 1886).

la caractéristique (*a*) mesurée par M. Hillairet. On voit qu'il n'y a pas de proportionnalité entre les ordonnées de ces deux courbes et que, pour de fortes intensités, la force électromotrice baisse beaucoup plus rapidement que l'intensité du champ magnétique : les inducteurs ne sont pas saturés à 18 ampères, ni même à 30 ampères.

Fig. 2.



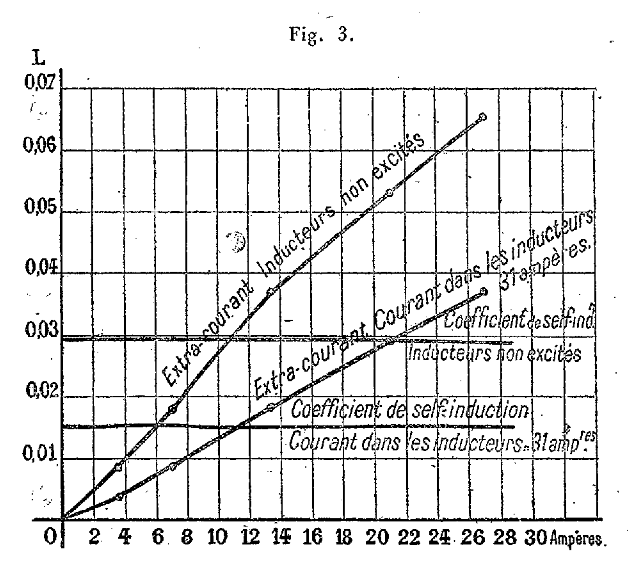
» Dans une autre série de mesures, on a déterminé le coefficient de self-induction de l'anneau et l'on a trouvé (*fig.* 3) que ce coefficient diminue de moitié lorsqu'on excite fortement les inducteurs. Dans ce dernier cas, l'extra-courant est représenté par une droite, ce qui montre que le coefficient de self-induction est indépendant du courant qui circule dans l'anneau, contrairement à ce qui se passe ordinairement pour des bobines renfermant un noyau de fer.

» La théorie indique que, si l'aimantation du noyau n'est pas influencée par le courant qui circule dans la bobine, l'effet doit être le même que si le noyau de fer n'existait pas.

» Voici une expérience réalisée à ce propos. Dans un appareil de Faraday,

constitué par deux bobines concentriques et un noyau de fer mobile, on a mesuré à l'aide d'un courant très faible le coefficient de self-induction $L_1 = 0,107$ de la bobine extérieure, le fer étant enlevé. On a répété la même mesure après l'introduction du noyau de fer et l'on a trouvé

Fig. 3.



$L_2 = 0,403$. Puis on a répété la dernière expérience, mais avec un courant continu et énergique circulant dans la bobine intérieure : on a trouvé ainsi $L_3 = 0,110$. On voit donc que, dans ces conditions, l'effet du courant continu et énergique est de supprimer l'influence du noyau de fer (1). »

SPECTROSCOPIE. — *Sur les spectres du didyme et du samarium.* Note de M. **Eug. Demarçay**, présentée par M. Lecoq de Boisbaudran.

« En examinant les photographies des spectres d'absorption de divers produits de fractionnement (2) du didyme et du samarium, j'ai obtenu quelques résultats nouveaux et que je demande la permission de présenter à l'Académie de façon à pouvoir en continuer l'étude.

---

(1) Ce travail a été exécuté au laboratoire d'enseignement de la Faculté des Sciences.

(2) Ces fractionnements ont été faits en partie par la méthode de cristallisation des azotates doubles ammoniacaux de M. Auer von Welsbach, en partie par précipitation fractionnée au moyen de l'ammoniaque étendue, mais c'est surtout un troisième procédé qui m'a permis d'arriver aux résultats actuels.

» On sait que le spectre du samarium contient dans la partie violette et ultraviolette des bandes décrites d'abord par M. de Boisbaudran ([1]), puis par M. Soret ([2]), dont les longueurs d'onde sont : 419-415, 407, 400, 374. J'ai observé que la bande 417 et la bande 374 pouvaient être séparées très nettement de la bande 407 et de la bande 400 qui semblent s'accômpagner régulièrement comme les deux premières s'accompagnent. Il en résulte que le samarium défini par ces quatre bandes contient en réalité au moins deux corps simples. En gardant à l'un d'eux, défini par les bandes 407 et 400, le nom de *samarium*, je désignerai provisoirement l'autre par le symbole S_1.

» Le didyme a, comme on sait, été dédoublé par M. Auer von Welsbach en plusieurs corps : le praséodyme, le néodyme et un troisième corps dont l'habile chimiste ne dit rien, mais dont il a admis implicitement l'existence en éliminant des spectres du néodyme et du praséodyme une des raies ($\lambda = 476$) du didyme ([3]). J'ai trouvé dans le spectre de plusieurs fractions une raie non encore signalée assez étroite ($\lambda = 434$ environ) qui n'appartient ni au praséodyme ni au néodyme; appartient-elle au troisième corps ($\lambda = 476$), c'est ce qu'il ne m'a pas été encore possible de décider. Il m'a semblé néanmoins qu'elle varie un peu différemment. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un nouvel iodure double de cuivre et d'ammoniaque.* Note de M. **A. Saglier**, présentée par M. Troost.

« Les iodures de cuivre et d'ammoniaque se préparent ordinairement en traitant par l'iodure de potassium ou l'iodure de potassium ioduré des solutions ammoniacales des sels de cuivre.

» Il était intéressant de voir si l'iode se combinerait directement aux solutions ammoniacales d'oxyde de cuivre, et si, dans ce cas, on retomberait sur les composés obtenus dans les préparations indiquées plus haut.

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXIX, p. 212.

(2) *Archives des Sciences physiques et naturelles*, t. IV, p. 65.

(3) On trouve encore dans le didyme une raie ($\lambda = 462$) dont M. Auer ne parle pas et qu'il ne mentionne pas dans ses dessins, quoiqu'elle soit bien connue. Cette raie paraît appartenir au même corps que la raie 471, car je les ai toujours vues varier de la même façon.

» A cet effet, j'ai employé d'abord la liqueur de Schweizer, saturée; plus tard je me suis servi avec avantage d'une dissolution ammoniacale d'hydrate de cuivre préparée par une des méthodes indiquées par M. Peligot. Une solution saturée d'ammoniaque peut en dissoudre environ 7 à 8 pour 100 de son poids et fournit ainsi une dissolution concentrée d'oxyde cuivrique. Si l'on traite 100^{gr} de cette liqueur par son poids d'alcool renfermant 10 pour 100 d'iode, on remarque tout d'abord un abondant précipité brun d'iodure d'azote, précipité, qui ne tarde pas à se dissoudre si l'on porte la liqueur à l'ébullition; à froid, la dissolution a lieu, quoique plus lentement.

» Après environ une heure de chauffe au bain-marie, la liqueur prend une teinte verte persistante; il commence alors à se déposer pendant l'ébullition des aiguilles vertes très brillantes. Pour pouvoir conserver ces cristaux, il est nécessaire de les sécher rapidement sur une plaque poreuse, leur altération à l'air étant très rapide. Secs, ils présentent par réflexion l'aspect de petites aiguilles d'un vert très foncé; ils sont vert clair par transparence. Leur analyse offre des difficultés par suite de leur complète insolubilité; il est nécessaire de les faire bouillir pendant longtemps avec une solution étendue de potasse pour les décomposer totalement et précipiter l'oxyde de cuivre. L'analyse a permis d'assigner à ce corps la composition $2AzH^3, Cu^3I^2$, comme le montrent les chiffres suivants :

	Trouvé.		Théorie.
Cuivre	24,66	24,61	24,84
Iode	66,03	65,91	66,27
Ammoniaque	8,58	8,66	8,88

» On peut considérer ce nouvel iodure comme intermédiaire entre l'iodure cuproso-ammonique $2AzH^3, Cu^2I$ et l'iodure cuprico-ammonique $2AzH^3, CuI, HO$; on devrait alors écrire sa formule de la manière suivante : $2AzH^3, Cu^2I, CuI$.

» Moins instable que l'iodure cuproso-ammonique, il se décompose cependant rapidement à l'air en brunissant, il perd de l'iode et de l'ammoniaque et, au bout de plusieurs jours d'exposition à l'air, il laisse un résidu d'iodure cuivreux. Chauffé, il se décompose avec dégagement de vapeurs ammoniacales et de fumées d'iode; si la décomposition est faite avec précaution, il laisse un résidu d'oxyde cuivrique. Il est insoluble dans l'eau, qui le décompose presque complètement après une ébullition

très prolongée. Il se dissout facilement dans l'ammoniaque qui, par évaporation, abandonne ensuite des tétraèdres bleus d'iodure cuprico-ammonique.

» En faisant varier les conditions de l'expérience, on peut obtenir tous les iodures de cuivre et d'ammoniaque actuellement connus.

» Si l'on traite 100gr de la solution ammoniacale d'hydrate de cuivre par son poids d'alcool iodé à 10 pour 100 et qu'on fasse bouillir la liqueur en présence de cuivre métallique jusqu'à décoloration, il se forme par refroidissement un abondant dépôt d'aiguilles blanches, très brillantes, qui atteignent environ de 5mm à 6mm de longueur. Ce corps verdit dès qu'il est au contact de l'air et ne peut être séché sans perdre des traces d'ammoniaque. Sa composition correspond à l'iodure cuproso-ammonique $2AzH^3, Cu^2I$.

» Si, au lieu de faire bouillir le mélange des dissolutions d'hydrate de cuivre et d'iode, on l'abandonne à lui-même, le précipité d'iodure d'azote se dissout au bout de quelques heures, et la liqueur dépose sur les parois du vase des cristaux octaédriques bleus d'iodure cuprico-ammonique $2AzH^3, CuI, HO$. On peut encore obtenir cet iodure en traitant directement la liqueur cuivrique par l'iode, sans recourir à la dissolution alcoolique. Si l'on maintient pendant quelques heures le mélange à l'ébullition, il se dépose par refroidissement des tétraèdres bleus d'iodure cuprico-ammonique. On voit que, suivant le mode d'opération, on obtient deux variétés cristallines de ce composé.

» Le tétra-iodure cuprico-ammonique $4AzH^3, 2CuI, I^2$ s'obtient en faisant dissoudre à chaud 20gr d'iode dans 100cc de liqueur cuivrique. Cette dissolution demande à être faite avec précaution au bain-marie, par suite de l'abondant précipité d'iodure d'azote qui se forme tout d'abord. Il est préférable d'ajouter l'iode peu à peu, en maintenant toujours la liqueur à l'ébullition. Quand la dissolution est complète, on l'abandonne au refroidissement; il se forme alors un abondant dépôt cristallin. Séchés, ces cristaux sont d'un beau noir et présentent un éclat comparable à celui du sillicium cristallisé. Examinés par transparence, ils présentent une coloration verte.

» Si l'on fait de nouveau dissoudre 20gr d'iode dans les eaux mères qui ont servi à la préparation du tétra-iodure, il se dépose, par refroidissement, des tablettes rectangulaires, brunes par transparence et présentant après dessiccation une coloration violacée. Leur composition correspond à l'hexa-iodure cuprico-ammonique $4AzH^3, 2CuI, I^4$ obtenu ordinairement en mélan-

geant deux solutions à 30° d'azotate cupro-ammonique et d'iodure de potassium ioduré. Ce composé peut être séché au contact de l'air et est le plus stable des différents iodures décrits.

» Le brome agit d'une façon analogue sur la solution ammoniacale d'hydrate de cuivre pour donner des bromures cuproso et cuprico-ammonique. L'étude de ces composés fera l'objet d'une prochaine Communication [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la synthèse d'un terpilénol inactif.* Note de MM. G. Bouchardat et J. Lafont, présentée par M. Berthelot.

« Nous avons précédemment étudié l'action de l'acide acétique sur le térébène ou camphène inactif. Nous avons réussi à transformer ce corps en un hydrate cristallisé $C^{20}H^{18}O^{2}$, identique avec le camphénol ou bornéol inactif.

» Nous venons compléter ces résultats en étudiant les produits de l'action de l'acide acétique sur un isomère de térébène, appartenant à une autre série de carbures bivalents. Nous avons fait agir à 100°, pendant soixante heures, l'acide acétique cristallisable, sur un terpilène inactif, la *caoutchine* $C^{20}H^{16}(-)(-)$, obtenue dans la distillation sèche du caoutchouc, carbure liquide bouillant de 175° à 178°, possédant les propriétés chimiques du citrène et en particulier du *terpilène inactif*, qui nous paraît être identique. Une faible proportion du carbure s'est unie à l'acide, moins de 5 pour 100; le reste n'a éprouvé aucune modification et a pu servir de nouveau à la même réaction; la vitesse de combinaison s'accroît avec la température de chauffe, mais on ne saurait dépasser 150°; à partir de ce point le carbure commençait à se polymériser activement. Le composé, *acétate de terpilène inactif*, séparé par distillation dans le vide, est un liquide neutre, très légèrement ambré, d'odeur aromatique rappelant l'odeur de certaines essences de labiées, inactif comme la caoutchine; bouillant de 110° à 115° dans le vide, en opérant comme nous l'avons indiqué précédemment; bouillant vers 220° à la pression ordinaire, mais en subissant une décomposition partielle très active en acide acétique et carbure $C^{20}H^{16}$ qui ne se recombinent plus immédiatement.

» Ce caractère différencie déjà nettement ce composé de l'acétate de

---

(1) Travail du laboratoire du Conservatoire des Arts et Métiers.

térébène ou de camphénol inactif, de même composition, qui bout, lui, presque sans décomposition vers 215°.

» La densité de l'acétate de terpilénol inactif est à 0° de 0,9705, un peu inférieure à celle de l'acétate de camphène inactif 0,977. Sa densité de vapeur, prise dans l'appareil Hoffmann, a été trouvée égale à 6,6, chiffre identique à celui de la densité calculée. Soumis à un froid de — 50°, il ne s'est pas solidifié, il est devenu seulement très visqueux. Sa composition est celle d'un mono-acétate $C^{20}H^{16}(C^4H^4O^4(-)$ incomplètement saturé. Traité par l'acide chlorhydrique gazeux, il se transforme en dichlorhydrate $C^{20}H^{16}2HCl$, identique au chlorhydrate de terpilène, avec mise en liberté d'acide acétique dont les propriétés ont pu être constatées.

» L'action des alcalis, de la potasse alcoolique à 100°, le dédouble en fournissant de l'acétate de potasse et un hydrate nouveau $C^{20}H^{16}(H^2O^2)(-)$, le *terpilénol inactif*. Cet acétate fonctionne donc comme un éther acétique dont l'alcool serait ce terpilénol inactif.

» Le monohydrate de caoutchine ou terpilénol inactif s'obtient ainsi sous la forme d'un liquide incolore, visqueux comme la glycérine, odorant, distillant de 114° à 118° dans le vide. Sa densité de vapeur a été trouvée égale à 5,8; théorie, 5,3. Traité par l'acide chlorhydrique, il se transforme, comme son éther acétique, en dichlorhydrate; il est violemment attaqué à chaud par l'acide azotique en donnant des produits résineux. Le terpilénol inactif peut, à la température ordinaire, rester indéfiniment en surfusion, surtout en présence de traces d'impuretés inappréciables à l'analyse. Nous avons pu cependant le faire cristalliser en le refroidissant au-dessous de —50° à l'aide du chlorure de méthyle; à cette température, c'est une masse solide, transparente, ne présentant pas trace de cristallisation; mais, pendant l'échauffement, il s'est produit des traces cristallines qui ont augmenté avec une extrême lenteur. En plaçant le tout dans un endroit frais à 15°, au bout de cinq à six jours nous avons eu ainsi de volumineux cristaux, fondant au voisinage de 25°, entièrement différents des cristaux, petits et pennés, de bornéol, qui sont fusibles vers 200°. Nous compléterons l'étude cristallographique de ce composé quand la température le permettra.

» En plaçant de ces cristaux dans un autre monohydrate liquide dextrogyre provenant d'une préparation de terpine, nous n'avons pu en produire la cristallisation, même en refroidissant, peut-être seulement à cause de la pureté insuffisante de ce dernier produit.

» Aucun composé autre que l'acétate de terpilène inactif ne se forme

dans les conditions où nous avons opéré, tandis que nous avons précédemment montré que l'essence de térébenthine française, traitée à froid par l'acide acétique cristallisable, fournissait deux séries de mono-acétates isomériques actifs : les uns correspondant à des camphénols actifs, l'autre à un terpilénol également actif.

» De même, le térébène ou camphène inactif nous a fourni un seul acétate, mais correspondant, lui, à un camphénol (bornéol) inactif. Ces résultants rapprochés nous paraissent établir plus complètement que précédemment ce fait, qu'une fois les carbures $C^{20}H^{16}$ (térébenthènes) transformés en l'un des groupes stables, camphènes ou terpilènes, si nettement établis par M. Berthelot, ils conservent le genre de symétrie qu'ils ont acquis et le transportent jusque dans leurs dérivés, même éloignés, en constituant avec ces dérivés deux séries isomériques parfaitement distinctes. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de la baryte anhydre sur l'alcool méthylique.* Note de M. **de Forcrand**, présentée par M. Berthelot.

« J'ai annoncé précédemment (*Comptes rendus*, séance du 15 juin 1886) que la baryte anhydre, en se dissolvant dans l'alcool méthylique, fournit une liqueur qui abandonne, par évaporation, dans un courant d'hydrogène sec à 135°, un composé $2C^2H^4O^2, 3BaO$.

» Cette combinaison se produit aussi bien avec de l'alcool méthylique contenant encore 2 à 3 pour 100 d'eau qu'avec de l'alcool presque anhydre ne retenant que 0,5 pour 100 d'eau. Dans tous les cas, l'eau apportée par l'alcool passe à la distillation en même temps que lui, et les cristaux obtenus sont absolument anhydres.

» Mais si, au lieu de chauffer la liqueur saturée à 135°, on la fait évaporer lentement à froid, sous une cloche, en présence d'acide sulfurique monohydraté ou de potasse caustique fondue, corps qui absorbent les vapeurs d'alcool méthylique, on obtient un autre composé cristallisé qui est hydraté. Les cristaux qui se déposent sont formés par de petits prismes brillants. On les recueille avant que le liquide ait complètement disparu, et on achève de les séparer de l'alcool qu'ils retiennent mécaniquement, en les laissant pendant plusieurs jours sur des plaques de porcelaine poreuse, dans une atmosphère limitée et saturée de vapeurs d'alcool méthylique.

» Ils ont alors la composition suivante :

	Trouvé.				Calculé pour $C^2H^4O^2, BaO, H^2O^2$.
	I.	II.	III.	IV.	
BaO	59,98	59,86	»	»	60,47
C............	»	»	9,24	9,30	9,48
H............	»	»	4,99	4,69	4,74

» La formule de cette combinaison est donc

$$C^2H^4O^2, BaO, H^2O^2.$$

» Ce corps est soluble dans l'eau et dans l'alcool méthylique; sa dissolution dans l'alcool méthylique fournit de nouveau, par évaporation à froid, le même composé $C^2H^4O^2$, BaO, H^2O^2, et par évaporation à chaud (à 135° dans un courant d'hydrogène) celui que j'ai décrit précédemment

$$2C^2H^4O^2, 3BaO.$$

» J'ai pu le reproduire, même en employant pour dissoudre la baryte un alcool méthylique ne contenant pas plus de 0,5 pour 100 d'eau. Cette quantité d'eau est suffisante, parce que l'alcool méthylique est toujours employé en grand excès.

» Il est très probable que les liqueurs ainsi obtenues sont des dissolutions méthyliques de ce composé $C^2H^4O^2$, BaO, H^2O^2. Quoi qu'il en soit, la chaleur de formation de ce corps explique suffisamment qu'il prenne naissance de préférence à tout autre, notamment au véritable alcoolate $C^2H^3BaO^2$.

» En effet, j'ai trouvé pour sa chaleur de dissolution dans l'eau, entre 8° et 10°, le nombre $+ 1^{Cal},13$ pour $1^{éq}$ ($126^{gr},5$); d'où l'on déduit

$$C^2H^4O^2 \text{ liq.} + BaO \text{ sol.} + H^2O^2 \text{ liq.} = C^2H^4O^2, BaO, H^2O^2 \text{ sol.} \ldots\ldots \quad + 14^{Cal},87$$

et pour sa chaleur de dissolution dans un excès d'alcool méthylique, à la même température, le nombre $+ 5^{Cal},52$; d'où

$$(n+1)\, C^2H^4O^2 \text{ liq.} + BaO \text{ sol.} + H^2O^2 \text{ liq.}$$
$$= C^2H^4O^2, BaO, H^2O^2 \text{ dissous dans } n\, C^2H^4 \text{ liq.} \ldots\ldots \quad + 20^{Cal},39$$

Telle est la chaleur dégagée pour la dissolution de $1^{éq}$ de baryte anhydre dans un excès d'alcool méthylique.

» D'autre part, les analogies nous permettent de calculer quelle serait à peu près la chaleur dégagée par la formation du véritable méthylate

$$C^2H^3BaO^2.$$

» On a, en effet, pour l'alcool éthylique

$$(n+1)\,C^4H^6O^2\text{ liq.} + BaO\text{ sol.} = HO\text{ sol.}$$
$$+ C^4H^5BaO^2\text{ dissous dans } nC^4H^6O^2\text{ liq.} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +17^{Cal},24$$

et en même temps

$$HO\text{ sol.} + BaO\text{ sol.} = BaHO^2\text{ sol.} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 8^{Cal},10$$

soit, en tout, $+25^{Cal},34$ pour $2^{éq}$ de baryte, ou $+12^{Cal},67$ pour BaO.

» On aurait très probablement pour le méthylate $C^2H^3BaO^2$ un nombre très voisin. Or $+20^{Cal},39$ est bien supérieur à $+12^{Cal},67$.

» Il en résulte que, toutes les fois que la dissolution de la baryte dans l'alcool méthylique se fait en présence d'une trace d'eau, ce qu'il est bien difficile d'éviter, c'est le composé $C^2H^4O^2, BaO, H^2O^2$ qui doit prendre naissance.

» Je me propose de rechercher comment se comporte cette combinaison triple lorsqu'on cherche à la détruire soit sous l'influence de la chaleur, soit dans le vide à la température ordinaire. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de la chaleur sur les acétones.* Note de MM. **P. Barbier** et **L. Roux**, présentée par M. Berthelot.

« L'étude de l'action de la chaleur sur les acétones n'ayant jamais été faite jusqu'à ce jour, nous nous sommes proposé d'examiner le mode de décomposition que subissent ces corps, quand on les soumet à l'influence de la chaleur rouge. Nous proposant de poursuivre systématiquement cette recherche, nous avons examiné tout d'abord le mode de décomposition des acétones les plus simples et qui constituent les premiers termes de séries homologues.

» Sans vouloir établir encore, d'une façon définitive, les lois qui président à ces décompositions, nous demandons à l'Académie la permission de lui communiquer les premiers résultats de nos expériences.

» Elles ont porté : 1° sur l'acétone ordinaire, ou diméthylacétone; 2° sur la benzophénone ou diphénylacétone; 3° sur l'acétophénone, ou méthylphénylacétone.

» Ces trois composés, aussi purifiés que possible, ont été soumis à l'action de la chaleur rouge de la manière suivante : la substance, réduite en vapeurs, était dirigée dans un tube de cuivre, porté à l'aide d'une grille Hoffmann à la température du rouge clair. L'appareil était muni d'un système condensateur permettant de recueillir les produits de la réaction. Les gaz étaient reçus dans des flacons placés sur la cuve à eau.

» Dans ces conditions, la diméthylacétone est totalement décomposée; l'acétophénone l'est presque complètement ; tandis que la benzophénone, qui est plus stable, n'éprouve qu'une décomposition partielle.

» I. Avec la diméthylacétone nous avons obtenu :

» 1° Une petite quantité de produits goudronneux dans lesquels nous avons constaté la présence de la naphtaline, mais sans pouvoir du reste, à cause de leur faible proportion, les soumettre à un examen méthodique ; 2° une très forte proportion de gaz, composée d'oxyde de carbone, de formène, d'hydrogène et d'éthylène et renfermant en outre des traces d'acétylène.

» Les gaz les plus abondants sont l'oxyde de carbone et le formène, ainsi que le montre l'analyse suivante, exécutée sur un mélange gazeux obtenu dans l'une de nos expériences :

Oxyde de carbone	39,23
Formène	37,58
Hydrogène	17,54
Éthylène	5,65
	100,00

» II. Avec la benzophénone, nous avons obtenu une très notable proportion de produits goudronneux, desquels nous avons isolé :

» 1° De la benzine en forte quantité; 2° du diphényle, fusible à 70°, en petite quantité; 3° une très forte proportion de benzophénone, non décomposée; 4° de la paradiphénylbenzine, fusible à 205°; 5° une certaine quantité de produits résineux, fortement colorés en rouge brun et distillant audessus de 400°.

» Il se produit en même temps, dans la décomposition de la benzophénone, un dégagement gazeux assez vif. L'examen de ce mélange gazeux nous a montré qu'il renfermait exclusivement, indépendamment de traces d'acétylène, de l'oxyde de carbone (80 pour 100) et de l'hydrogène (20 pour 100). La proportion relativement considérable d'hydrogène semble

être corrélative de la formation du corps très condensé, bouillant au-dessus de 400° et qu'on peut envisager comme un polyphénylène.

» Dans les expériences faites à la température du rouge clair, une grande quantité de benzophénone étant restée inaltérée, nous avons voulu voir quelle serait l'action d'une température plus élevée. A cet effet, nous avons dirigé des vapeurs de benzophénone dans un tube de porcelaine chauffé au rouge blanc à l'aide d'un fourneau à coke.

» A cette température, la benzophénone est complètement détruite. Il se forme un abondant dépôt de charbon très faiblement hydrogéné, en même temps qu'il se dégage une quantité considérable de gaz, oxyde de carbone et hydrogène, dans des proportions qui correspondent très sensiblement à une décomposition totale de la benzophénone. L'analyse a montré, en effet, que la teneur du mélange en oxyde de carbone est d'environ 19 pour 100. Dans le cas d'une décomposition totale, le calcul montre que la teneur en oxyde de carbone devrait être de 16,6 pour 100.

» III. L'acétophénone, soumise comme les acétones précédentes à la température du rouge clair, est presque entièrement décomposée. Les produits goudronneux qui prennent naissance, ainsi que le mélange gazeux, ont été soumis à un examen méthodique.

» Nous avons constaté dans les produits goudronneux la présence :

» 1° De la benzine en proportion considérable; 2° du toluène en petite quantité; 3° d'un peu d'acétophénone, non décomposée; 4° du diphényle, fusible à 70°; 5° de la paradiphénylbenzine, fusible à 205°; 6° d'une petite quantité de matière résineuse, analogue d'aspect à celle que fournit la benzophénone.

» Quant au mélange gazeux, formé, comme dans les cas précédents, d'oxyde de carbone, de formène, d'hydrogène et d'éthylène, il nous a donné à l'analyse les rapports suivants :

Oxyde de carbone	48,0
Formène	28,3
Hydrogène	20,0
Éthylène	3,7
	100,0

» Les résultats obtenus montrent clairement que l'acétophénone se comporte, sous l'influence de la chaleur rouge, comme le ferait un mélange

équimoléculaire de diméthylacétone et de benzophénone; toutefois il se forme en plus une petite quantité de toluène.

» En résumé, l'action caractéristique de la chaleur sur les trois acétones types, qui ont été l'objet de nos recherches, consiste à déterminer la séparation de l'oxyde de carbone et la mise en liberté des groupements hydrocarbonés fondamentaux. Ceux-ci entrent alors en réaction pour leur compte particulier, conformément aux lois qui président aux réactions pyrogénées, et qui ont été établies par M. Berthelot.

» Nous poursuivons la même étude sur d'autres acétones et nous pensons avoir l'honneur de faire connaître prochainement à l'Académie les résultats de nos expériences ([1]). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Dédoublements de la pilocarpine.* Note de MM. **E. Hardy** et **G. Calmels** ([2]), présentée par M. Friedel.

« La pilocarpine se dédouble directement en deux circonstances différentes, par l'ébullition de sa solution aqueuse et par oxydation au moyen du permanganate de potassium. Avant nous, MM. Kingzett, Poëhl, Harnack et Meyer, Chastaing avaient exécuté des dédoublements de la pilocarpine, en la chauffant à l'état libre sur la potasse caustique. Il sera traité par la suite des résultats complexes qu'ils ont obtenus :

» 5^{gr} de pilocarpine, dissous dans 2^{lit} d'eau, furent mis en ébullition rapide au réfrigérant ascendant pendant douze heures consécutives; une ébullition lente de quarante-huit heures ne donnant pas d'aussi bons résultats. Un tube de Will chargé de HCl termine l'appareil. Le réfrigérant est enfin renversé et la distillation poussée jusqu'à l'obtention de $1^{lit},5$, qu'on acidule avec le liquide du tube de Will. Par la concentration du distillatum, on obtient à l'état de chlorhydrate des quantités voisines de $0^{gr},1$ de triméthylamine. Le liquide résiduel est amené à 25^{cc}, saturé de CO^3K^2 pour détacher la majeure part de la pilocarpidine. Celle-ci enlevée par l'alcool, on traite le résidu par HCl en excès et, après avoir amené à sec, on sépare par l'alcool le chlorhydrate de l'acide β-pyridine α-lactique souillé d'un peu de pilocarpidine. On les sépare au sein de l'eau ou de l'alcool, à l'état de chloraurates. Le chloraurate de pilocarpidine se dépose le premier et il reste dans la liqueur le chloraurate incristallisable de l'acide β-pyridine α-lactique. On obtient de ce dernier $0^{gr},25$ environ, quantité

([1]) Travail de la Faculté des Sciences de Lyon.

([2]) Travail des laboratoires de l'Académie de Médecine et de l'Hôtel-Dieu.

concordante avec celle de la triméthylamine. De là l'équation

$$C^{11}H^{16}Az^{2}O^{2} + H^{2}O = C^{8}H^{9}AzO^{3} + Az(CH^{3})^{3}.$$

» *Acide β-pyridine α-lactique.* — Il est gommeux, incristallisable comme son chlorhydrate, ses chloroplatinate et chloraurate normaux. Tous ces corps sont extrêmement solubles dans l'eau et dans l'alcool. Les trois derniers sont remarquables par la facilité avec laquelle ils perdent HCl, en une semaine au dessiccateur, en quelques heures à 60°. A la place du chloroplatinate, on trouve une masse confuse d'aiguilles prismatiques enchevêtrées $[PtCl^{4}(C^{8}H^{9}AzO^{3})^{2}]$. Le chloraurate modifié $(AuCl^{3}C^{8}H^{9}AzO^{3})$ apparaît dans la masse visqueuse par groupes distincts d'aiguilles prismatiques rayonnées, envahissant progressivement la masse entière; au microscope, elles sont striées longitudinalement, ce qui leur donne un aspect soyeux à l'œil nu; elles paraissent appartenir au système du prisme droit à base rectangle; jaune intense; fusibles à 153°-154°. Ces deux corps sont assez facilement solubles dans l'alcool. Il forme avec les alcalis des combinaisons gommeuses, indécomposables par CO^{2}, insolubles dans l'alcool à 80°. Ces combinaisons ne précipitent pas les sels de cuivre et précipitent $AzO^{3}Ag$ seulement en solution concentrée; mais elles précipitent bien ces corps après addition d'alcool. Le sel de baryum a été préparé en précipitant par l'alcool absolu la solution aqueuse très concentrée, lavant plusieurs fois à l'alcool absolu, à l'éther absolu et séchant dans le vide sec. Ce corps, qui constitue une poudre blanche, absorbant avec une grande énergie l'humidité de l'air pour passer à l'état gommeux, a été soumis à la distillation sèche, opération sur laquelle on reviendra.

» L'acide azotique fumant n'attaque la pilocarpine que pour la faire passer à l'état de pilocarpidine; on perçoit le moment de l'attaque quand il se dégage des vapeurs nitreuses (destruction du nitrate de méthyle par l'acide azoteux). Ce fait de stabilité de la pilocarpidine relève des observations d'Anderson et de M. Franchimont, qui ont montré que l'acide azotique n'attaque ni la pyridine, ni la triméthylamine, la triéthylamine, etc. Tel n'est pas le cas du permanganate de potassium qui peut attaquer la molécule par son groupe triméthylamine. Chose remarquable alors, cette molécule, quand on la récupère après l'oxydation, se trouve scindée en deux tronçons oxydés de façon distincte, le composé

$$\beta\text{-Py-C}\begin{cases}COOH\\ AzHCH^{3}\\ COOH\end{cases}$$

ne paraissant pas être stable.

» L'opération a été faite en mêlant 1 molécule de nitrate de pilocarpine et 6 de permanganate de potassium, et il a été ainsi oxydé 3^{gr} de nitrate pour 3^{lit} de solution totale. On prit alors, comme témoin de la marche de l'oxydation, pour un volume égal de solution totale, 1 molécule de nitrate de triméthylamine et 4 de permanganate. La décoloration, lente à froid, dans l'un et l'autre cas, au point qu'il faut attendre cinq

minutes pour constater un changement de teinte manifeste, est complète en une heure à 80°. La triméthylamine a fourni de la méthylamine, avec un peu de AzH^3. La pilocarpine donne ces corps et fournit de plus le noyau pyridique qu'il contient sous forme d'acide β-pyridine tartronique. Pour l'obtention de ce dernier, la liqueur d'oxydation de la pilocarpine a été filtrée, acidifiée par HCl, amenée à 50^{cc} et chauffée sur CO^3K^2 dans un courant d'air. On a ainsi recueilli au tube de Will la moitié de l'azote total de la pilocarpine à l'état de CH^5Az et AzH^3. Le résidu acidifié par HCl, amené à sec, est repris par l'alcool, qui dissout le chlorhydrate organique. Il suffit, pour le purifier, d'un peu d'acide β-pyridine carbonique qu'il contient, de l'amener au sein d'une liqueur concentrée et légèrement basique, et de l'additionner de quelques gouttes d'acétate de cuivre. Celui-ci précipite l'acide β-pyridine carbonique.

» *Acide β-pyridine tartronique.* — Il est sirupeux, incristallisable; il a été préparé en chauffant son chlorhydrate à 60° pendant quelques heures, enlevant HCl en excès par AgOH en petite quantité, puis l'excès de ce dernier par H^2S. Si, dans cette opération, le chlorhydrate est chauffé en présence d'alcool, il perd son HCl; mais l'acide s'est éthérifié, et il s'est produit une huile visqueuse, à odeur de punaise, insoluble dans l'eau et les alcalis dilués, saponifiable par les alcalis chauds, et qui constitue dès lors un éther diéthylique. Le chloraurate de l'acide ne cristallise pas, même après un mois d'exposition ou dessiccation, et en absence d'HCl; $AuCl^3$, ajouté en excès comme témoin, cristallise seul. Ce corps dibasique forme avec les alcalis des sels à réaction alcaline, indécomposables par CO^2, insolubles dans l'alcool absolu, très peu dans l'alcool à 50°. Le sel de baryum a été obtenu en précipitant par l'alcool la solution aqueuse concentrée, lavant à l'alcool absolu, à l'éther absolu, et séchant dans le vide sec $[(C^8H^5Az)O^5Ba]$. Dissous dans l'eau et amené à sec, il constitue une masse gommeuse, perdant progressivement de l'eau pour finir par former un trihydrate confusément cristallin ($+ 3H^2O$). Le sel d'Ag est un précipité peu soluble dans l'eau ($C^8H^5AzO^5Ag^2$). Le sel de cuivre ne se précipite qu'après addition d'alcool, et la liqueur devenue acide renferme l'acétate de l'acide

$$\beta\text{-}C^5H^4Az, COH = (COO\,CuOH)^2 + H^2O;$$

ce corps perd facilement H^2O par dessiccation.

» 1^{gr} de cet acide, repris pour l'attaque définitive par le permanganate de potassium moyennement concentré, se détruit instantanément à 125°, rapidement à l'ébullition, plus lentement à 80°. Dans ces diverses conditions, il donne naissance à un seul et même acide, l'acide β-pyridine carbonique. Ce corps a été préparé en précipitant par l'acétate de cuivre la solution décolorée, sans mettre un excès; il a été déjà décrit et analysé par M. Œschner de Coninck. L'acide libre cristallin obtenu par le traitement connue est fusible en brunissant à 233°-234°, et se sublime dès 180°. La constitution de la pilocarpine est en partie éclaircie par ces premières réactions. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Recherches sur le développement de la betterave à sucre : étude du pivot et des radicelles*. Note de M. **Aimé Girard**, présentée par M. Peligot.

« L'enseignement principal fourni par l'étude de la souche de la betterave à sucre consiste en ceci, qu'à cette partie de la plante appartient uniquement le rôle de magasin, et qu'à aucun moment on ne voit les tissus dont elle est faite concourir à la formation du saccharose. Ce saccharose, la souche le reçoit tout formé.

» Ce point acquis, ce devient une question capitale que de rechercher en quel lieu et sous quelle influence le saccharose se constitue.

» C'est dans le bouquet des feuilles que presque tous les physiologistes placent le lieu de la formation des matières hydrocarbonées, et j'ai moi-même établi, par des recherches antérieures, que, parmi les matières ainsi formées sous l'influence de la lumière, figure le saccharose lui-même.

» Cependant, dans ces dernières années, on avait vu quelques savants se demander si les parties aériennes de la betterave doivent être considérées comme les agents exclusifs de cette formation, et si les parties souterraines de la plante ne peuvent pas y intervenir, en apportant au tissu de la souche, soit l'acide carbonique souterrain, soit même certaines matières organiques toutes formées.

» Quelque peu fondée que parût cette hypothèse, elle n'en rendait pas moins nécessaire l'étude du pivot et des radicelles. Cette étude, d'ailleurs, n'avait jamais été faite, et j'ai pensé que, même en dehors du point de vue que je viens de signaler, elle présentait un intérêt sérieux.

» C'est pourquoi, au moment de l'examen des betteraves successivement arrachées, j'ai soigneusement recueilli, dans les conditions précédemment décrites, l'ensemble du pivot et des radicelles, noté son poids, mesuré sa longueur et sa surface, et enfin fait son analyse complète, après l'avoir, par un turbinage rapide, amené à l'état de siccité normale. Le Tableau ci-dessous contient les principaux résultats obtenus :

	8 juin.	19 juin.	2 juillet.	15 juillet.	26 juillet.	10 août.	24 août.	5 sept.	18 sept.	1er oct.
Mesures diverses.										
Poids du pivot et des radicelles.	1gr,64	3gr,75	9gr,50	11gr	13gr	13gr	17gr,50	16gr,3	18gr,9	24gr,8
Id. séchés..........	0gr,16	0gr,30	0gr,80	0gr,99	1gr,17	1gr,35	2gr,21	2gr,21	2gr,82	3gr,60
Surface..........................	179cq	482cq	1110cq	1132cq	1190cq	1624cq	2716cq	2518cq	2500cq	2920cq
Longueur du pivot.............	0m,65	1m	1m,30	1m,45	1m,80	1m,90	2m,10	2m,30	2m,30	2m,50
Proportion pour 100 de plante..	10,1	4,8	2,4	2,0	1,8	1,5	1,8	1,5	1,5	1,5

	8 juin.	19 juin.	2 juillet.	15 juillet.	26 juillet.	10 août.	24 août.	5 sept.	18 sept.	1er oct.
Composition en centièmes.										
Eau	90,20	92,01	91,60	90,95	90,95	89,60	88,45	86,50	85,00	87,08
Matières solubles.										
Saccharose	0,05	0,44	perdu	0,86	0,71	1,46	0,78	1,26	0,24	0,56
Sucres réducteurs	0,24	»	id.	»	»	»	»	»	»	»
Matières organiques autres	3,06	0,78	id.	0,29	0,32	0,56	1,02	0,46	2,16	1,92
Matières minérales	1,67	0,82	0,26	0,87	1,01	1,10	1,34	1,07	1,25	0,88
Total	5,02	2,04	1,75	2,02	2,04	3,12	3,14	2,89	3,65	3,36
Matières insolubles.										
Ligneux	4,02	4,85	5,62	5,83	6,05	6,49	7,27	8,96	9,93	7,27
Matières minérales	0,76	1,10	1,19	1,11	1,15	1,01	1,22	1,65	1,67	1,82
Total	4,78	5,95	6,81	6,94	7,20	7,50	8,49	10,61	11,60	9,09

» En étudiant les chiffres inscrits à ce Tableau, on est tout d'abord frappé de la faiblesse du poids sous lequel, à toute époque, se présentent le pivot et les radicelles réunis, comme aussi du faible rapport de cette partie de la plante à la plante entière. Au début, ce rapport s'élève, il est vrai, à 10 pour 100; mais, dès le mois de juillet, il tombe à 2 pour 100, et, à partir du mois d'août, il ne représente plus que 1,50 pour 100.

» A ce faible poids du pivot et des radicelles correspond cependant un développement superficiel considérable en fin de campagne. Ce développement atteint alors, et même dépasse un quart de mètre carré. Il est, par conséquent, presque décuple du développement superficiel de la souche, presque égal, je le montrerai bientôt, au développement superficiel des limbes. Sans doute, une partie considérable de cette surface souterraine reste inactive au point de vue de l'absorption des produits que la plante emprunte au sol; mais, quand on l'étudie avec soin, on y voit les radicelles proprement dites fraîches, turgides, couvertes de poils radiculaires, tellement abondantes qu'il est possible de se rendre compte du rôle que joue, au point de vue de l'hydratation et de la minéralisation de la plante, cette partie du végétal.

» Mais c'est seulement sous le rapport de cette double fonction que le pivot et les radicelles peuvent être considérés comme importants; sous le rapport de la formation du saccharose, leur rôle est certainement nul.

» A tout moment, en effet, on n'y rencontre que des quantités extrêmement faibles de matières organiques solubles, des quantités qui rarement dépassent 2 pour 100 du poids du tissu végétal, telles, en un mot, qu'en aucun cas on ne peut les considérer comme de nature à fournir la masse de saccharose que la souche emmagasine. Pour remplir un grand magasin

comme celui que cette souche représente, un laboratoire, ou très vaste ou particulièrement actif, est nécessaire. C'est en un état tout autre que le pivot et les radicelles se présentent. Pour s'en convaincre, il suffit de calculer, comme je le fais ci-dessous, le poids de matières solubles (sucre ou autres) que, pour chaque sujet moyen, cette partie de la plante renferme aux divers moments de la végétation.

	8 juin.	19 juin.	2 juill.	15 juill.	29 juill.	10 août.	24 août.	5 sept.	18 sept.	1er oct.
arose....	$0^{gr},001$	$0^{gr},017$	Perdu	$0^{gr},095$	$0^{gr},089$	$0^{gr},185$	$0^{gr},148$	$0^{gr},206$	$0^{gr},044$	$0^{gr},161$
org. autres	$0^{gr},049$	$0^{gr},030$	id.	$0^{gr},032$	$0^{gr},040$	$0^{gr},071$	$0^{gr},194$	$0^{gr},075$	$0^{gr},399$	$0^{gr},553$
al......	$0^{gr},050$	$0^{gr},047$	id.	$0^{gr},127$	$0^{gr},129$	$0^{gr},256$	$0^{gr},342$	$0^{gr},281$	$0^{gr},443$	$0^{gr},714$

» Ce n'est point au sol, à coup sûr, que ces matières solubles sont empruntées : c'est de la souche que le pivot et les radicelles les reçoivent, et c'est à la constitution du tissu ligneux, dont la solidification doit permettre à celles-ci de pénétrer à travers le terrain qu'elles sont destinées.

» A l'augmentation du poids du pivot et des radicelles réunis, en effet, une seule augmentation partielle correspond : c'est l'augmentation du tissu ligneux et des matières minérales qui, dans une proportion invariable, l'accompagnent. Évaluée en poids sec, cette partie du tissu végétal s'élève rapidement à près de 80 pour 100. C'est elle qui, en somme, représente la masse principale du pivot et des radicelles. Elle semble, d'ailleurs, comme le montre la courbe correspondant à la composition centésimale du tissu hydraté, former avec l'eau une constante qui, à partir du mois de juillet, représente 97 pour 100 de l'ensemble, laissant à la présence des matières solubles organiques et minérales une marge de 2 à 3 pour 100 à peine.

» Des faits que je viens de résumer rapidement il résulte donc, ce me semble, que le pivot et les radicelles ne sauraient être considérés comme intervenant à la production de la matière organique, et notamment du sucre que la souche emmagasine. Et, s'il est aisé de comprendre comment, par leur action sur le sol, en une campagne de cent vingt jours, les racines apportent à la plante une quantité de matières minérales qui, au total, s'élève à 20^{gr} environ par sujet, soit $0^{gr},150$ à $0^{gr},200$ par jour, on ne saurait les considérer comme capables de fournir à cette plante un poids de matières organiques sèches qui n'est pas moindre que 200^{gr} à 250^{gr}, soit environ 2^{gr} par jour, qui, pour le sucre seul, s'élève à 1^{gr} environ.

» C'est donc ailleurs que dans la partie souterraine, c'est dans la partie aérienne de la betterave qu'il convient de chercher le lieu exclusif de la formation de la matière sucrée. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur les fonctions de la glande ovoïde, des corps de Tiedemann et des vésicules de Poli chez les Astérides.* Note de M. Cuénot, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Chez les Astérides, comme chez un grand nombre d'Échinodermes, il existe deux systèmes vasculaires distincts, l'un l'appareil ambulacraire, l'autre l'appareil vasculaire proprement dit, qui n'est qu'une dépendance de la cavité générale.

» A chacun de ces appareils sont annexées des glandes, dont le rôle est resté inconnu jusqu'ici. Dans l'anneau oral dépendant du système ambulacraire débouchent les corps de Tiedemann et chez quelques types les vésicules de Poli; dans le sinus dorso-ventral reliant l'anneau sanguin oral à l'anneau aboral se trouve la glande ovoïde, l'ancien cœur de Tiedemann et d'Hoffmann, le plexus central de Ludwig. Nous avons reconnu que tous ces appareils glandulaires ont une seule et même fonction; ils sont destinés à former les corpuscules pigmentés qui flottent dans le liquide des vaisseaux et de la cavité générale; ce ne sont pas des organes excréteurs, comme on le croyait généralement.

» Au point de vue histologique, on peut reconnaître que toutes ces glandes ont la même constitution : ce sont des faisceaux conjonctifs supportant des cellules pigmentées; seulement la glande ovoïde est close, tandis que les corps de Tiedemann et les vésicules de Poli débouchent directement dans l'anneau ambulacraire oral.

» La glande ovoïde, que les anatomistes allemands avaient désignée comme un cœur, était connue depuis longtemps comme glande (M. Jourdain, 1867); pourtant Ludwig lui avait donné à nouveau, en 1877, la signification d'un plexus vasculaire. En réalité, c'est une glande dont les cellules se chargent d'un pigment diversement coloré, le plus souvent en jaune brun, parfois en vert ou en violet. Les cellules desquament rapidement et tombent dans la cavité de l'organe; elles présentent un gros noyau masqué par le pigment, et un protoplasma abondant.

» A des intervalles plus ou moins rapprochés, la glande se déchire et laisse échapper toutes les cellules desquamées qu'elle contient. Si l'on ouvre une Astérie à ce moment précis, on reconnaît que tout le système sanguin, surtout le cercle anal et les vaisseaux génitaux, sont injectés par une matière jaunâtre. Ce sont les grains de pigment qui donnent cette couleur.

On peut suivre alors pas à pas la transformation de la cellule glandulaire en un corpuscule sanguin, ce qui s'effectue très rapidement. Le protoplasma émet de nombreux pseudopodes, souvent anastomosés, et la cellule prend la forme d'une petite masse amœboïde, à mouvements lents, dont le centre conserve encore vaguement une forme vésiculaire, et est chargé de pigment. C'est un vrai corpuscule sanguin qui s'est ainsi constitué. Ces cellules s'unissent en plasmodium, ce qu'on observe très fréquemment sur les corpuscules sanguins ordinaires. Nous avons découvert le fait chez la *Cribella oculata ;* nous avons ensuite étendu nos recherches à l'*Asterias glacialis*, à l'*Echinaster sepositus* et à l'*Asterina gibbosa*, où elles ont été vérifiées de point en point.

» Nous venons de voir que la glande ovoïde forme les corpuscules de tout l'appareil sanguin et de la cavité générale, grâce aux nombreuses communications qui existent entre ces deux systèmes chez toutes les Astéries examinées. Chez l'*Asterina gibbosa*, elle présente une disposition particulière qui est bien d'accord avec le rôle que nous lui attribuons. Elle est divisée en trois lobes : deux appartiennent au semi-dorso-ventral, le troisième pend librement dans la cavité générale, où son produit doit naturellement se déverser.

Les corps de Tiedemann et les vésicules de Poli forment les corpuscules de l'appareil ambulacraire, qui sont peu différents des autres ; leurs cellules tombent dans l'anneau aquifère, deviennent rapidement amœboïdes et reproduisent complètement les phénomènes présentés par la glande ovoïde. — Ces recherches ont été faites, pour les corps de Tiedemann, sur la *Cribella oculata*, l'*Echinaster sepositus*, l'*Asterias glacialis*, la *Luidia ciliaris ;* je n'ai pu étudier les vésicules de Poli que sur l'*Asterina gibbosa*.

» Ce travail a été fait au laboratoire de Zoologie expérimentale de Roscoff. Nous tenons à remercier ici M. de Lacaze-Duthiers de sa bienveillante hospitalité et des excellents conseils qu'il a bien voulu nous donner en toute circonstance. »

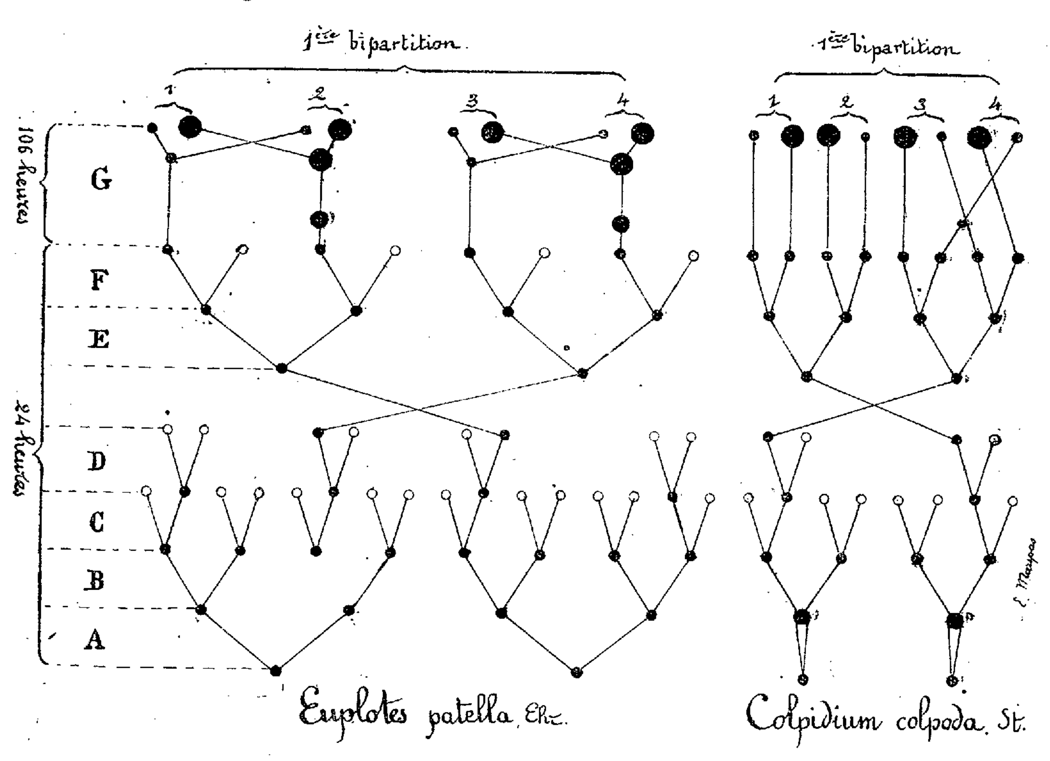
ZOOLOGIE. — *Sur la conjugaison des Infusoires ciliés.* Note de M. **E. Maupas**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« En usant de méthodes particulières, j'ai réussi à observer sans lacunes tous les stades de la conjugaison chez les trois espèces suivantes : *Colpidium colpoda*, *Paramecium aurelia* et *Euplotes patella*, var. *eurystomus*.

Je possède, en outre, de nombreuses observations fragmentaires chez une vingtaine d'autres espèces.

» Le résultat principal de mes recherches est la démonstration rigoureuse de l'échange d'un corpuscule nucléolaire entre les deux conjoints et de la reconstitution chez les ex-conjugués d'un nouveau nucleus et d'un nouveau nucléole par les produits de ce corpuscule échangé.

» Comme cet échange et cette reconstitution s'effectuent à la suite de développements et de divisions nucléolaires successives assez complexes, j'ai essayé de rendre cette évolution facilement intelligible à l'aide des deux schémas ci-joints. Les points blancs indiquent les corpuscules nucléolaires destinés à disparaître par résorption, les noirs ceux qui persistent et continuent à évoluer. Les lignes reliant entre eux les points marquent la filiation des corpuscules.



» Dans l'ensemble de cette évolution on peut distinguer sept stades principaux, que j'ai désignés par les sept premières lettres de l'alphabet. Chacun des six premiers stades correspond à la durée d'une division en deux du nucléole primitif ou de ses produits. Le septième, beaucoup plus

long que les six autres réunis, répond à la période de reconstitution du nucleus et du nucléole des ex-conjugués et se termine par la première bipartition fissipare de ces derniers.

» L'échange du corpuscule nucléolaire entre les deux conjoints se produit toujours entre les deux stades D et E. Chez *Euplotes patella* cet échange s'effectue par un orifice spécial, pourvu d'un appareil vibratile, composé d'une rangée de fines membranelles. Les premiers rudiments de cet orifice apparaissent vers le milieu du stade B. Après l'échange, il se détruit lentement par résorption et l'on en trouve encore des traces très apparentes après la disjonction qui, chez cette espèce, a lieu au début du stade F. Chez le *Colpidium colpoda* et chez le *Paramecium aurelia* l'échange se fait par les points de coalescence des conjoints.

» Le stade A, qui chez *Euplotes patella* correspond à une première division en deux du nucléole, est remplacé chez le *Colpidium colpoda*, et chez beaucoup d'autres espèces, par le développement du même organe en cornes et en croissants, dont les formes singulières ont si vivement intrigué tous les observateurs. Ces cornes et ces croissants ne sont donc qu'un mode particulier d'accroissement du nucléole, auquel peut se substituer une simple division en deux. Jamais il n'existe la moindre communication entre le nucleus et ces croissants nucléolaires. Chez les Stylonichies, ils sont remplacés par une autre forme de développement, figurés par Bütschli, *Pl. XII, fig.* 2, 3, 4 de son grand Mémoire.

» Le nucléole et ses produits, en se divisant, traversent une série de formes parmi lesquelles on en peut distinguer cinq principales, caractéristiques chacune d'une étape dans les grands stades de la conjugaison. Ces états de division sont, d'ailleurs, absolument identiques à ceux par lesquels le nucléole passe dans la bipartition fissipare. L'état le plus important à connaître est celui de forme sphérique granuleuse, mais qu'il est plus exact d'appeler *pelotonné*. La substance fondamentale du nucléole y est, en effet, organisée en un mince filament, finement enchevêtré et pelotonné sur lui-même. Cette forme représente l'état primitif par lequel le nucléole et ses produits reviennent constamment au début de chaque nouvelle division; c'est encore en cet état que les corpuscules échangés passent d'un conjoint à l'autre. Les auteurs qui ont cru avoir observé un échange de corpuscules ovoïdes striés longitudinalement se sont complètement mépris. Cette forme est le second état de division nucléolaire et répond simplement à la seconde étape d'un des six grands stades.

» La disjonction commence à se préparer dès que l'échange des corpus-

cules est accompli. Suivant les espèces, elle s'achève depuis la fin du stade E jusqu'aux premiers débuts du stade G.

» Chez *Euplotes patella* et *Colpidium colpoda*, le stade de reconstitution nucléolaire, ou stade G, peut se diviser en deux périodes. La première dure environ de quatre-vingts heures à quatre-vingt-deux heures (1). Tout à son début, le nucleus et le nucléole sont représentés par deux petits corpuscules absolument identiques de forme, de dimensions et de structure. Ils ont, en outre, une origine commune, puisqu'ils dérivent de la seconde division du corpuscule échangé. Mais le corpuscule destiné à reconstituer le nucleus ne tarde pas à s'accroître et on le voit bientôt, même sur le vivant, sous l'aspect d'une large tache claire, de forme ronde, occupant tout le centre du corps. Pendant cette longue période, les ex-conjugués dépourvus de bouche ne prennent aucune nourriture et demeurent la plupart du temps immobiles, ne changeant de place ou ne s'agitant que lorsqu'ils sont inquiétés. La seconde période du stade G commence avec la reconstitution de la bouche. Le nucleus reprend en même temps la forme et la position typiques de chaque espèce. Les ex-conjugués absorbent avidement la nourriture et, après vingt-quatre heures à trente heures de cette nouvelle existence, pendant laquelle ils ont presque doublé de longueur, ils se fissiparent pour la première fois.

» L'examen des schémas, sur lesquels les gros points noirs représentent les nucleus, nous fait voir que, pour ce stade de reconstitution et de première bipartition, les phénomènes peuvent varier d'une espèce à l'autre dans quelques détails secondaires. Ces différences sont encore plus marquées qu'ici chez les Vorticelles, les *Cryptochilum* et les *Coleps*.

» Quant au nucleus primitif des deux conjoints, je l'ai vu se fragmenter et disparaître par résorption en totalité chez les *Paramecium aurelia*, *P. caudatum*, *Colpidium colpoda*, *Stylonichia pustulata*, *Vorticella microstoma*, *V. nebulifera*, *Cryptochilum nigricans*, *Coleps hirtus*, *Dexiotricha plagia* et *Cyclidium glaucoma*. Chez *Euplotes patella* il en survit parfois un fragment qui se fusionne avec le nouveau dans le cours de la deuxième période du stade G; d'autres fois, il disparaît complètement. Chez *Paramecium bursaria*, il se conserve en totalité et se fusionne également avec le nouveau avant la première bipartition. »

---

(1) Les durées de temps indiquées dans cette Note correspondent à une température de 18° à 20° C. Une température plus élevée abrège le temps, moins élevée l'allonge.

ZOOLOGIE. — *Sur la classification des Tuniciers.* Note de M. F. **Lahille**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Comme il serait on ne peut plus aisé de le démontrer, la classification actuelle des Tuniciers est tout à fait artificielle et on n'a pas plus le droit de séparer les Pyrosomes et Thaliacés des Synascidies, que celles-ci des Ascidies simples. La plupart des ascidiologues ont étudié trop exclusivement l'une ou l'autre de ces divisions, sans s'occuper de l'ensemble, aussi les groupes principaux ne sont-ils établis que sur des caractères secondaires d'adaptation. J'ai été amené, par les recherches que je poursuis sur les Synascidies, à étudier les différents types de Tuniciers, et ce long travail m'a suggéré l'idée d'une classification.

» Pour établir des subdivisions dans un groupe, on doit avoir recours à des organes caractéristiques de ce groupe et communs à tous les animaux qui en font partie. Chez les Tuniciers, un des caractères les plus importants, découvert par Milne-Edwards et Audouin, est l'existence d'une larve non ciliée, pourvue d'une queue natatoire. La première division de ces animaux se basera donc sur la persistance ou la disparition de ce stade larvaire typique, et les deux classes, proposées par Balfour, des Pérennichordes et des Caducichordes devront toujours être maintenues.

» De toutes les autres particularités propres aux Tuniciers, il n'en est pas une seule de plus importante que la transformation en organe respiratoire de la première partie du tube digestif. On n'a, du reste, pour s'en convaincre, si l'on en doutait, qu'à écouter la parole si autorisée de M. de Lacaze-Duthiers, l'éminent ascidiologue. « Incontestablement, la branchie est » l'organe dominateur dans l'organisme Ascidie; incontestablement aussi, » elle peut former des caractères de premier ordre quand il y a lieu de » déterminer quelques grandes divisions » (*Mon. des Molgulidés,* p. 480). C'est donc la branchie qui doit servir de base à la classification des Caducichordes.

» Les Salpes, comme j'ai pu m'en convaincre après Todaro, présentent, de chaque côté de leur ruban branchial, une série unique de trémas rudimentaires. Les Doliolums, eux aussi, ne possèdent qu'une seule rangée de trémas, mais ceux-ci sont très développés, et leur nombre peut être considérable. Les Didemnums présentent trois séries de trémas, les Leptoclinums quatre. On s'élève ainsi, peu à peu, jusqu'aux types supérieurs, chez

lesquels la branchie, très volumineuse, vient se placer sur un côté de l'intestin. Mais, en même temps que la grandeur de la branchie augmente, sa complication progresse de plus en plus.

» Chez les Tuniciers inférieurs (Thaliacés), l'organe respiratoire est très simple et sans papilles. Chez les Diplosomas, on voit apparaître une côte transversale séparant les séries de trémas. Chez le *Didemnum cereum* de Roscoff, une seule papille se montre sur chacune des trois côtes transversales gauches de la branchie. Les Pérophores possèdent quatre à cinq papilles sur chaque côte transverse à droite et à gauche. Quelques Pyrosomes et le *Polyclinum sabulosum* de Roscoff montrent ce caractère parvenu pour ainsi dire à son plus grand développement, car une papille correspond presque à chaque tréma. Je nommerai *Aplousobranches* (ἅπλους, simple) les Tuniciers présentant une branchie simple ou munie de papilles simples, implantées directement sur la branchie.

» Dans une seconde sous-classe naturelle la surface respiratoire s'accroît beaucoup plus, grâce aux phénomènes suivants que j'ai pu constater à Banyuls, au laboratoire Arago, chez la *Diazona violacea,* et qui existent aussi chez les *Rhopalana,* les *Ecteinascidia* et les Phallusiadées, comme je l'ai encore vérifié à Banyuls. Au début du développement, la branchie présente une seule rangée de trémas, oblique comme chez les Doliolums; puis il en apparaît 2, 3, 4, etc. Bientôt après, entre les rangées se montrent des côtes transversales et des papilles. La branchie de ces animaux correspond alors à celle du *Polyclinum subulosum.* Les papilles, d'abord simples, ne tardent pas à se bifurquer à leur extrémité.

» Les deux ramifications de la papille primitive s'allongent, se contournent, s'orientent suivant la longueur de la branchie et se soudent avec les ramifications des papilles voisines. Il se forme ainsi des vaisseaux longitudinaux communiquant avec la branchie par la base des papilles primitives. Si la papille primitive a bourgeonné à quelque distance de son extrémité, cette extrémité libre persiste comme une papille secondaire implantée sur le vaisseau longitudinal.

» Un développement incomplet, ou un arrêt plus ou moins précoce, peut produire chez les animaux de ce groupe diverses modifications qu'il est aisé de prévoir. Je nomme *Phlébobranches* (φλέψ, vaisseau) les Tuniciers qui possèdent une branchie pourvue de vaisseaux longitudinaux (ou de papilles bifurquées).

» Dans la troisième et dernière sous-classe des Caducichordes, la branchie présente des plis longitudinaux (plis méridiens des Cynthiadés

et Molgulidés). J'ai rencontré chez tous les Botryllidés trois paires de côtes longitudinales et je me suis assuré, en outre, que leur organe réfringent, comme l'organe réfringent de toutes les Synascidies, est l'homologue de l'organe rénal décrit par M. Roule chez les Cynthiadés. Ces deux caractères, joints à ceux tirés de l'anatomie des organes reproducteurs, de la position de l'intestin, de la forme larvaire, de l'absence de cellules vacuolaires dans la tunique, etc., obligent de réunir définitivement les Botryllidés aux Cynthiadés. Je nomme *Stolidobranches* (στολίδω, plisser) tous les Tuniciers dont la branchie présente des côtes longitudinales ou des replis.

» En terminant, il importe de faire remarquer que la complication progressive de la branchie correspond à une différenciation de plus en plus grande de tout l'organisme des Ascidies. Par suite, la classification que je propose est loin d'être basée sur un caractère unique, et en réalité elle tient compte de tout l'ensemble des caractères de ces animaux. »

ZOOLOGIE. — *Sur les* Amphistegina *de Porto Grande*. Note de M. de Folin, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« En 1883, lors du passage du *Talisman* aux îles du Cap Vert, plusieurs dragages furent exécutés dans la rade de Porto Grande (île de Saint-Vincent) et des échantillons de sable furent ramassés en divers endroits sur la plage. Tous ces spécimens du fond contiennent une quantité énorme d'*Amphistegina;* on en compte environ 500 par centimètre cube (¹).

» Nous devons noter ce fait que, parmi les tests nombreux, ainsi recueillis, il s'en trouve bien peu dont l'animal était vivant au moment où ils furent pêchés. Peut-être n'y en a-t-il pas un sur mille. On reconnaît aisément ces sujets exceptionnels à leur coloration d'un violacé brunâtre, tandis que tous les autres sont d'un blanc laiteux et n'ont rien perdu du brillant de leur surface. Remarquons que tous les individus de la même espèce, capturés dans le détroit de Bocayana (Canaries), mais en nombre infiniment moindre, étaient tous colorés, c'est-à-dire en vie.

» Les *Amphistegina* de Porto Grande nous ont fourni l'occasion de constater l'emploi que font ces Rhizopodes d'éléments étrangers à leur organisme comme auxiliaires de la sécrétion pour constituer leur enveloppe.

» Si, en effet, on les traite par l'acide azotique et que l'on suive la

(¹) Leur diamètre est de 1 à 2^{mm}.

décalcification sous le microscope, on verra, comme d'habitude, aussitôt que la décomposition se produit, apparaître, sortant du test, des grains de sable, des filaments, des débris divers, auxquels viennent ici s'ajouter des témoins plus sensibles de l'intervention de matières étrangères : ce sont des Diatomées de plusieurs espèces qui sont, elles aussi, mises en liberté par l'action de l'acide. Si quelques-unes seulement étaient aperçues sur de rares sujets, le fait n'aurait pas toute la portée que lui imprime cette particularité qu'il est général. Tous les individus, en effet, contiennent des Diatomées en plus ou moins grande quantité. Ayant expérimenté sur plus de trois cents spécimens, nous pouvons indiquer les chiffres suivants comme à peu près exacts :

» Chaque *Amphistegina* contient au minimum de dix à douze Diatomées; en moyenne, de quarante à cinquante; au maximum, de cent cinquante à cent soixante.

» Ce n'est pas seulement cette espèce qui, à Porto Grande, présente cette particularité. L'emploi des Diatomées dans la composition des tests des Foraminifères a été également constaté chez des *Orbiculina* que l'on rencontre assez souvent parmi les *Amphistegina*. Soumises au même traitement par l'acide, elles ont laissé dans le liquide restant après la décomposition des Frustules qui souvent paraissent fixées sur les restes des tuniques en lambeaux. »

ZOOLOGIE. — *Sur les fossettes céphaliques des Némertes.* Note de M. **Remy Saint-Loup**, présentée par M. de Quatrefages.

» Les fossettes céphaliques ont été considérées comme des organes pouvant jouer dans l'organisme des Némertes les rôles physiologiques les plus divers, et les interprétations variées qui ont été données peuvent être toutes rationnelles et très différentes sans être nécessairement contradictoires. La variation des fonctions d'organes morphologiquement semblables est un fait aujourd'hui assez démontré pour qu'il soit permis d'attribuer aux fossettes céphaliques des rôles très divers suivant les espèces.

» Huschke voit dans ces fossettes l'ouverture d'un appareil d'irrigation interne; Oersted les prend pour des trachées aquifères; Rathke, pour des organes de tact; M. de Quatrefages pense qu'il ne faut admettre que sous toutes réserves leur fonction respiratoire et semble disposé à admettre que les fossettes céphaliques répondent, au moins dans certains cas, à des organes auditifs et sont avant tout un appareil sensoriel.

» Les études que j'ai entreprises lors de mon voyage à Naples et que j'ai poursuivies au laboratoire de l'École des Hautes Études de Marseille, ont eu pour objet de chercher quelque éclaircissement dans la structure comparée de ces organes.

» Il résulte de ces recherches que les fossettes céphaliques sont, dans leur aspect le plus élémentaire :

» 1° Un canal cilié mettant en communication la cavité générale, au niveau de la masse cérébrale, avec l'extérieur. Ex. *Lineus viridis* (nov. sp.) trouvé à Marseille, à 40^m de fond, dans les sables et rocailles. Longueur $0^m,10$-$0^m,15$, couleur vert émeraude, caractères des Lineus (Mac Intosh).

» 2° Souvent la partie interne du canal est environnée d'un amas glandulaire dans lequel vient se perdre une branche nerveuse émanant des lobes postérieurs de la masse cérébrale. Ex. *Borlaria Elizabethæ* (Mac Intosh), que j'ai retrouvée à Marseille. Longueur $0^m,05$, couleur grenat rouillé; par 40^m à 50^m de fond.

» 3° Au lieu d'être en communication avec la cavité générale, le canal peut se renfler en une sorte de vésicule et la partie la plus interne, sans ouverture aucune et terminée en cône, est attachée au cerveau par un pédoncule nerveux. Ex. *Amphiporus sipunculus* (nov. sp.), de couleur blanc laiteux, à petites saillies pigmentées de brun et formant un dessin élégant. Trouvé dans des tubes d'Annélides par 35^m de fond.

» Ces trois états sont rigoureusement comparables aux formes essentielles de l'organe segmentaire des Hirudinées. Cet organe présente, en effet, soit un simple canal cilié mettant en communication les sinus latéraux avec l'extérieur, comme chez les Clepsines (on sait que les sinus latéraux représentent des portions de la cavité générale), soit un appareil plus compliqué, glandulaire, ouvert aussi à l'intérieur (Nephelis), soit enfin, comme chez les Sangsues, un appareil clos, glandulaire, nourri par des branches vasculaires issues des vaisseaux latéraux. Dans le premier cas, l'organe segmentaire est simplement un appareil d'irrigation et d'excrétion. Dans le second cas, le rôle d'appareil excréteur s'accentue davantage; dans le troisième cas, les néphridies sont comparables à des reins. Je considère donc les fossettes latérales des Némertes comme morphologiquement comparables à des organes segmentaires variant dans leur structure et leurs fonctions. On pourra émettre, sur leur rôle dans l'organisme, autant d'hypothèses que lorsqu'il s'agit des organes segmentaires des Hirudinées, et plus encore, puisque les aspects des fossettes céphaliques sont encore plus variés. Lorsque les fossettes céphaliques présenteront

un canal cilié ouvert à l'extérieur et se terminant à l'intérieur par une vésicule en rapport avec le cerveau, on pourra admettre qu'elles sont un organe auditif, surtout si on les compare aux organes auditifs d'un poisson inférieur ou d'un embryon du mollusque.

» Lorsqu'elles seront ouvertes à l'intérieur, on pourra les considérer comme un appareil d'irrigation laissant sortir l'eau de l'organisme ou permettant l'entrée de cette eau. Il pourrait y avoir là une fonction respiratoire.

» Quand les fossettes céphaliques seront glandulaires et closes, la comparaison avec un appareil excréteur, un rein néphridial de Sangsue, sera permise, ce rein étant développé seulement dans la région céphalique. C'est à tort que l'on songerait à la dénomination de *rein céphalique*, dénomination déjà employée à tort pour des organes qui n'ont rien ni de rénal, ni de céphalique.

» Entre les aspects que j'ai cités pour les fossettes des Némertes, il existe des formes intermédiaires et d'autres formes ou la simplification de l'organe, encore plus marquée, indique un rôle physiologique tout différent de celui d'appareil excréteur. C'est ainsi que chez certains *Polia* et *Cerebratulus*, comme l'a montré M. de Quatrefages, les fossettes sont, à n'en pas douter, des organes sensoriels.

» Il semble, d'ailleurs, très probable que les affinités des Némertes avec les Annélides, les Hirudinées, les Turbillariés ou les Protovertébrés, sont aussi réelles et aussi multiples que les ressemblances de tels de leurs organes avec ceux qui caractérisent les types des différents groupes précités. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches relatives à l'influence des nerfs sur la production de la lymphe* [1]. Note de M. **Serge Lewachew**.

« Il y a quelques années, j'ai fait des expériences sur le rôle du système nerveux dans la nutrition des tissus. Ces expériences m'ont donné, entre autres faits, des résultats qui tendaient incidemment à démontrer l'influence des nerfs vaso-moteurs sur la production de la lymphe [2], con-

---

(1) Travail du laboratoire de M. Vulpian.

(2) *Sur la question des nerfs trophiques* [*Journal clinique hebdomadaire* de M. le professeur Botkine (en russe). — *Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften;* 1882].

trairement à des recherches directes antérieures sur ce sujet. Ce désaccord entre les résultats que j'ai obtenus et la manière de voir des expérimentateurs précédents et, d'autre part, la contradiction qui existait entre l'opinion de ces auteurs et les faits d'observation médicale, m'avaient déterminé déjà, à cette époque, à entreprendre une nouvelle série de recherches toutes spéciales sur cette question. Comme les résultats négatifs des recherches antérieures pouvaient tenir uniquement à l'imperfection de la méthode employée, méthode en effet très insuffisante, mon but principal devait être de trouver une méthode plus précise. En outre, j'avais l'intention de faire d'une manière plus rigoureuse l'étude comparative de l'influence des deux différents systèmes des nerfs vaso-moteurs. Ces nerfs, en effet, d'après mes expériences précédentes, paraissaient produire un effet inégal sur la production de la lymphe. Mais des occupations diverses m'ont mis longtemps dans l'impossibilité d'entreprendre ces recherches, et c'est seulement dans ces derniers temps que j'ai pu mettre mon projet à exécution.

» Je me suis proposé d'appliquer le procédé dont la nature elle-même fait usage dans notre organisme pour mettre la lymphe, dans une partie considérable de son trajet, en circulation, c'est-à-dire l'aspiration de ce liquide. J'ai réussi à pratiquer cette aspiration à l'aide d'un appareil spécial, dont la description détaillée sera donnée ultérieurement. Cet appareil devait exercer une aspiration constante pendant toute la durée de l'expérience. Dans mes premières expériences, j'ai voulu voir si l'on pouvait, à l'aide d'un pareil procédé, produire un écoulement suffisant de lymphe. Comme mes prédécesseurs, j'ai fait ces expériences sur les vaisseaux lymphatiques des extrémités postérieures, les lymphatiques satellites de la veine saphène externe. La diminution de la pression dans l'intérieur de l'appareil étant réglée au degré nécessaire pour déterminer l'écoulement de la lymphe, celle-ci entre dans un tube mis en communication avec l'appareil et muni d'une échelle millimétrique, et progresse dans le tube avec une certaine vitesse. En employant dans la même expérience, tantôt le procédé de mes prédécesseurs, qui consiste à faire couler la lymphe par la compression du membre correspondant, tantôt la méthode aspiratrice, il était facile de voir que, dans le premier cas, l'écoulement ne se fait pas mieux que dans le second. Bien plus, sous l'influence de l'aspiration, la lymphe coule en général beaucoup plus régulièrement.

» Ceci posé, j'aborde l'étude de l'influence des nerfs.

» Dans deux premières expériences, la section du nerf grand sciatique

détermina une augmentation très considérable de l'écoulement de la lymphe, tandis que l'excitation électrique ou autre du nerf fut suivie d'un ralentissement du cours de la lymphe. Mais, dans les expériences suivantes, ni la section ni l'irritation du nerf ne déterminèrent aucun effet appréciable. Comme ces résultats contradictoires pouvaient tenir à ce fait que la lymphe s'échappait par les autres voies du réseau très compliqué des vaisseaux lymphatiques, j'ai voulu lier tous les autres vaisseaux de cette partie. Mais il est très difficile d'exécuter cette opération sur la jambe. J'ai donc fait toutes mes expériences ultérieures sur la cuisse. A cet effet, mettant à découvert les grands vaisseaux fémoraux et les troncs nerveux principaux, on liait minutieusement tous les lymphatiques qui les entourent, et puis on embrassait encore la cuisse dans une ligature en masse, en ayant soin seulement de ne pas comprendre les gros vaisseaux sanguins et les nerfs dans la ligature. C'est dans le vaisseau lymphatique qui passe entre l'artère et la veine fémorale que l'on fixait ordinairement la canule.

» L'expérience étant ainsi disposée, on prenait toutes les précautions possibles pour que la lymphe passât sans entrave du vaisseau dans la canule et pour que, sous l'influence des nerfs, il pût se produire des changements notables de la température du membre. Les résultats expérimentaux deviennent alors extrêmement constants, si l'on attend, pour commencer l'expérimentation elle-même, que l'écoulement de la lymphe, d'abord très irrégulier, vienne à se régulariser. Dans ces conditions, si l'on sectionne le nerf grand sciatique, on remarque une accélération plus ou moins considérable du cours de la lymphe; l'irritation du bout périphérique du nerf par le courant induit détermine, au contraire, un ralentissement; mais, dès que l'excitation électrique cesse, on a de nouveau une accélération de l'écoulement de la lymphe, etc. On obtient le même résultat, si l'on compare la production simultanée de la lymphe aux deux membres postérieurs d'un animal, l'un des membres ayant préalablement subi la section du grand sciatique. Dans le membre où le nerf a été coupé, l'afflux lymphatique prend ordinairement des proportions beaucoup plus grandes que dans l'autre membre; mais, en excitant le bout périphérique du sciatique coupé par le courant induit, on réussit souvent à amener l'uniformité de la production lymphatique dans les deux membres. Au contraire, l'irritation du nerf par le courant continu détermine dans ces cas, de même que dans les cas précédents, une accélération encore plus grande de l'écoulement de la lymphe. Toutes ces variations de l'écoulement lymphatique suivent toujours une

marche absolument parallèle aux oscillations thermiques qui ont lieu dans le membre correspondant.

» Il résulte donc de tous ces faits que, si, sous une influence nerveuse quelconque, il se produit une modification assez considérable dans la circulation du sang, cette modification détermine toujours des variations de l'écoulement de la lymphe. En agissant sur les nerfs vaso-moteurs différents (vaso-constricteurs et vaso-dilatateurs), on provoque, dans certains cas, des variations de la production lymphatique dans le même sens, quels que soient les nerfs excités. Au contraire, en agissant sur certains de ces nerfs, les nerfs vaso-constricteurs, par exemple, à l'aide d'influences de différentes sortes, il se produit des variations de l'écoulement de la lymphe, tantôt dans un sens, tantôt dans le sens opposé. En réalité, ces variations ne sont en rapport direct qu'avec l'état de la circulation du sang dans le membre correspondant. »

MÉDECINE. — *Nouvelles recherches sur les névrites périphériques observées chez les tabétiques vrais.* Note de M. Pierret, présentée par M. Charcot.

« Dans mes Leçons sur l'Anatomie pathologique du système nerveux, professées à la Faculté de Lyon dans le semestre d'été 1879, et dans mes Conférences d'Anatomie pathologique appliquée de 1880, j'annonçais et je faisais voir aux élèves que, chez les malades atteints de *tabes dorsalis*, les nerfs cutanés, dans leur portion tout à fait périphérique, étaient ordinairement atteints d'une névrite des mieux caractérisées, quand, pendant la vie, on avait observé des troubles sensitifs ou trophiques de la peau.

» En 1880, je communiquais sur le même sujet à M. le Dr A. Robin (1), pour sa thèse d'agrégation, une Note manuscrite dont j'extrais les passages suivants :

» Des études cliniques et anatomiques inaugurées dès 1869 dans le service de notre savant maître, M. le professeur Charcot, et poursuivies depuis lors, nous ont amené à considérer le *tabes dorsalis* comme représentant, dans ses modalités si variées en apparence, une inflammation chronique d'un seul système sensitif.

» Or :

» Il est un phénomène dès longtemps connu, d'une haute valeur diagnostique, et

(1) A. Robin, *Des troubles oculaires liés aux maladies de l'encéphale*. Thèse d'agrégation. Paris, 1880, p. 325 à 328.

dont jusqu'alors on n'a pas su tirer parti pour pénétrer aussi avant que possible dans l'étude de l'inflammation des zones sensitives; c'est l'atrophie du nerf optique.

» Pour ce nerf, qui peut être considéré comme une racine postérieure, on sait deux choses :

» La première, c'est qu'au niveau des tubercules quadrijumeaux antérieurs ou postérieurs, on rencontre quelquefois chez les tabétiques de véritables scléroses, qui se trouvent ainsi faire partie de la localisation centrale caractéristique du tabes.

» On sait, en outre, que, dans le cours du tabes, le nerf optique, véritable centre périphérique, s'altère de dehors en dedans, c'est-à-dire de la périphérie au centre.

» En résumé :

» Pour s'en tenir au fait brut, le nerf optique, nerf sensitif par excellence, se voit, dans le cours du tabes, atteint en deux points : dans son expansion terminale, rétine et pupille; dans ses origines centrales, tubercules quadrijumeaux et régions avoisinantes.

» Était-il donc possible d'admettre que le nerf optique faisait exception et se dérobait aux règles qui régissent les dégénérescences inflammatoires de ses congénères les nerfs de sensibilité générale? Le raisonnement et les données de l'Anatomie comparée nous poussaient à croire qu'il n'y avait là qu'une contradiction apparente, et les recherches anatomo-pathologiques nous ont fait voir que les nerfs de sensibilité générale se comportent dans le tabes comme le nerf optique, au point de vue des localisations de l'inflammation.

» En effet :

» Si l'on examine avec soin les expansions terminales des nerfs qui se rendent à ces zones cutanées où se montrent chez les ataxiques, les douleurs fulgurantes, les anesthésies, les hyperesthésies ou ces éruptions pemphigoïdes que l'on observe si souvent, on y rencontre une névrite parfaitement comparable à la névrite optique. Toutefois, et comme pour compléter l'analogie, les altérations deviennent moins nettes à mesure que l'on s'éloigne de la périphérie; bientôt elles disparaissent tout à fait pour se retrouver seulement dans les dépendances centrales des nerfs sensitifs.

» On doit donc, dans le tabes, tenir compte de deux foyers d'irritation : l'un périphérique, l'autre central, nous voulons dire situé dans la moelle, le bulbe ou la moelle allongée.

» Telles étaient alors mes conclusions, conclusions reproduites et confirmées par moi au Congrès médical international de Londres, août 1881 (¹), où, dans une Communication synthétique sur la physiologie pathologique du tabes sensitif comparé au tabes moteur, j'insistais tout particulière-

---

(¹) Pierret, *Congrès international de Londres* (*Comptes rendus*, août 1881; Section de Pathologie). — Dejerine, *Comptes rendus de la Société de Biologie*, février 1882 et mars 1882. — *Archives de Physiologie*, 1883.

ment sur le mode de début des altérations par deux foyers *principaux*, l'un *périphérique*, l'autre *central*.

» En février 1882, M. Dejerine reconnut l'importance de ces lésions périphériques chez les tabétiques et, dans sa première Communication à la Société de Biologie, il insista après moi sur leur importance et leur rôle. Enfin, en 1883, dans un Mémoire, qui renferme cette fois un historique, il exagère à mon avis l'importance de la constatation faite par Westphall d'une altération d'un groc tronc cutané chez un malade atteint de sclérose combinée des cordons postérieurs et latéraux.

» Aujourd'hui, grâce à de nouvelles observations, je puis affirmer de nouveau la grande fréquence des névrites périphériques cutanées chez les tabétiques. En outre, je crois pouvoir affirmer;

» 1° Que ces lésions ne sont pas absolument constantes;

» 2° Qu'elles peuvent guérir même chez les tabétiques francs atteints de sclérose postérieure spinale, confirmée et sans complications. Dans un cas récent que je dois à la complaisance de mon confrère le Dr Clément, de Lyon, j'ai pu constater nettement une rénovation des tubes nerveux des troncs cutanés. Cette importante constatation permet de penser que la lésion des nerfs périphériques cutanés n'est peut-être que la traduction, à distance, de l'irritation inflammatoire des zones sensitives des centres, puisque celle-ci ne guérit jamais, tout en restant susceptible de rémissions plus ou moins longues.

» On peut tirer en outre de ce fait cette conclusion, que les symptômes souvent si pénibles imputables à la névrite périphérique sont accessibles à une thérapeutique raisonnée et dirigée spécialement contre cette dernière. L'action bienfaisante de certaines eaux thermales s'expliquerait ainsi aisément.

» Enfin, j'ajouterai que l'existence de ces névrites périphériques coexistant avec une lésion centrale permet d'introduire dans la pathologie nerveuse la notion nouvelle d'inflammations chroniques, qui sans cesser d'être systématiques peuvent occuper des foyers espacés en différents points du système atteint, sans que la lésion des conducteurs ou des connectifs intermédiaires soit absolument nécessaire. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Sur la constitution anatomique des Ascidies de* l'Heliamphora nutans *Benth.* Note de M. **Ed. Heckel**, présentée par M. P. Duchartre.

« Dans deux précédentes Communications, j'ai fait connaître l'organisation comparée des Ascidies de *Nepenthes*, de *Cephalotus*, de *Sarracenia* et de *Darlingtonia*.

» Je viens aujourd'hui compléter cette étude en donnant comparativement la constitution du piège fourni par l'*Heliamphora nutans* Benth, plante américaine très rare dont j'ai pu obtenir deux Ascidies adultes, à l'état sec, grâce à l'extrême bienveillance de MM. Bureau et Poisson, du Muséum de Paris d'une part, et de M. Weatch (de Chelsea) de l'autre. Cette urne, ainsi qu'on va le voir, constitue le plus haut degré de complication structurale qui puisse se rencontrer dans le groupe des Sarracéniées et même dans l'ensemble de toutes les formations végétales de même genre; à ce titre seul, cet examen présenterait quelque intérêt.

» Ainsi que je l'ai établi pour les autres pièges similaires, on trouve dans cette Ascidie quatre régions aussi dissemblables par leur aspect extérieur que par leur structure anatomique.

» 1° *L'opercule.* — Très développé dans les autres pièges et réduit ici à l'état rudimentaire, il mesure à peine $0^{m},005$. On trouve, sur l'épiderme de sa face externe et convexe, les mêmes organes multiples et divers qui règnent sur l'épiderme dont la face externe et les ailes de l'Ascidie sont recouvertes. Nous y reviendrons ultérieurement.

» La face intérieure et légèrement concave de l'opercule présente, en allant de sa base d'insertion à la périphérie libre, un épiderme dans les dépressions duquel sont enchâssées des glandes spéciales visibles à l'œil nu sous forme de ponctuations. Ces dépressions peu accentuées conduisent, au fond de leur évasement, à ces glandes multicellulaires et mûriformes, dont les cellules à parois minces sont riches en protoplasma. Elles sont de taille dissemblable. Les plus réduites, constituées par sept à huit cellules, siègent à la base de l'opercule. Dans tout le reste de la surface, ces glandes réduites sont mêlées, sans ordre apparent, à de plus grandes constituées par un nombre plus considérable de cellules. Les unes et les autres de ces glandes sont sphériques et reproduisent la constitution spéciale que j'ai

déjà signalée dans les glandes multicellulaires propres à la troisième région de l'urne du *Cephalotus follicularis* Lebel, ou mieux à l'épiderme intérieur de l'opercule de cette plante australienne. Je n'y reviendrai donc pas.

» 2° *La gorge*. — C'est la partie la plus large et la plus développée de l'urne : elle mesure environ $0^m,06$ de longueur, et elle est largement ouverte par une échancrure extérieure cordiforme, à la pointe inférieure de laquelle commence, sur la face extérieure et antérieure de l'urne, une aile double régnant sur l'étendue de l'*infundibulum*. L'épiderme intérieur de cette gorge est couvert de poils très longs, visibles à l'œil nu et d'une constitution spéciale. Ils sont de forme conique, très allongés, unicellulaires et à base large, entourée d'une couronne de cellules rayonnantes. Leurs parois épaisses, mais transparentes, sont relevées d'épaississements sous forme de striations longitudinales, linéaires et rectilignes. Ces poils, très développés en longueur pour la plupart, sont entremêlés de poils plus petits et plus courts, de même forme générale, disposés comme les gros en série linéaire, appliqués en longueur contre la surface épidermique et ayant leur pointe très acérée, orientée vers le fond de l'urne. L'ensemble de ce feutrage pileux recouvre complètement l'épiderme. Ces poils laissent, cependant, entre eux un espace libre, occupé par de nombreuses glandes formées de cinq, six ou sept cellules à fleur d'épiderme. A mesure qu'on s'approche de la limite inférieure de cette zone, les glandes épidermiques sont plus petites et réduites à quatre cellules au maximum, comme dans les *Genlisea*.

» 3° *Le milieu*. — D'une très faible étendue ($0^m,025$), cette zone se fait remarquer par son aspect lisse, aussi bien que par la résistance qu'oppose son épiderme à se laisser pénétrer par l'eau. Les cellules en sont très sinueuses et à parois engrainées avec celles des voisines; rien à remarquer, par ailleurs, si ce n'est qu'à la limite inférieure de cette zone on voit apparaître quelques rares poils ayant la forme de ceux qui caractérisent la région suivante.

» 4° *Le fond*. — D'une longueur moyenne de $0^m,035$, cette région est tapissée de cellules épidermiques engrenées, mais discrètement relevées de poils unicellulaires, très épais, très durs et très acérés, appliqués contre l'épiderme, courts, à base couronnée par une double rangée de cellules rayonnantes. Ces poils, légèrement courbés à la pointe, sont assez distants les uns des autres, disposés en séries longitudinales et linéaires et ont tous leur pointe dirigée vers le fond de l'urne. Aucune glande ne s'y remarque, et certainement les poils ne sont ni glandulaires, ni excréteurs, comme l'in-

diquent (avec doute) les descriptions de cette plante. Cette zone, dans les deux urnes que j'ai examinées, était abondamment pourvue de débris chitineux d'insectes fort divers, qui remplissaient à peu près tout l'*infundibulum* formé par cette région étroite; il en était de même, je le rappelle, dans les autres urnes de Sarracéniées. Quant à l'épiderme extérieur de l'urne et à celui de l'opercule, il mérite une mention spéciale. Sa surface est recouverte de stomates nombreux, orientés dans tous les sens; de glandes semblables à celles que j'ai décrites à l'extérieur de l'Ascidie de l'urne du *Cephalotus*, mais plus grandes, quoique formées aussi de deux cellules disposées en losange, entourées de deux plus grandes; de poils géminés, courts et grêles, et de poils simples, plus longs et plus gros. Ces poils géminés rappellent les processus bifides des *Utriculaires*, comme les poils transparents et les glandes quadricellulaires de la seconde région interne rappellent la constitution de l'intérieur du col de la *Genlisea ornata* (d'après Ch. Darwin). L'épiderme extérieur de l'opercule de l'*Heliamphora* porte les mêmes glandes et les mêmes poils, mais pas de stomates; quant à celui des ailes de l'urne, il n'est pourvu que de glandes.

» En somme, le piège en question est le plus compliqué de ceux des Sarracéniées. Il rappelle par sa forme générale celui des *Sarracenia*, mais la complexité des détails le rapproche mieux des *Cephalotus* et des *Genlisea* qui sont supérieurement adaptés à la capture des insectes. Ce fait intéressant montre une fois de plus que, même dans les familles les moins affines, la fonction et l'adaptation peuvent faire naître des organes semblables, sans qu'on doive y voir des raisons de rapprochement et de parenté. *Il nous montre encore qu'il existe une constante unité* dans la variété d'organisation que nous offrent les Ascidies des plantes dites *carnivores* dans les multiples familles tant terrestres qu'aquatiques qui en sont pourvues. »

GÉOLOGIE. — *Sur la présence d'une rangée de blocs erratiques échoués sur la côte de Normandie.* Note de M. **Ch. Vélain**, présentée par M. Hébert.

« Sur la côte est de Grand-Camp, s'élève, à une altitude moyenne de 25^m à 30^m, une haute falaise, tout entière formée de calcaires gréseux, compris entre les argiles noires de Port-en-Bessin (Fullers), qui affleurent à marée basse, et l'oolithe blanche à *Stomechinus bigranularis*. Entaillée à pic sur toute sa hauteur, elle présente à la base une grande plate-forme litto-

rale, comprenant une première terrasse, située entre le niveau de la haute et basse mer, couverte de galets calcaires aplatis, alors qu'une seconde, plus étendue et ne découvrant qu'à marée basse, se montre creusée de marmites de géant, nettement alignées suivant les joints de la roche. A un niveau plus bas, s'étend la région des pholades, établie sur les calcaires marneux du fullers, qui n'émergent que partiellement pendant les basses mers d'équinoxe.

» Ce plateau calcaire, faiblement incliné, découvre dans ces basses mers, sur environ 2^{km} et près de la laisse; il existe, ensuite, une chute accore et linéaire, présentant une tenue de 5^m à 10^m. Cette longue chute du fond, parallèle à la côte, vraisemblablement due à une faille, forme un brise-lames submersible, qui arrête les vagues, par un ressac, et ne laisse s'étaler sur la côte que l'agitation superficielle. En explorant cette côte, en août 1885, j'ai observé, sur la plus basse de ces terrasses, une rangée de blocs erratiques; c'est, en effet, le nom qui convient à une vingtaine de blocs de roches cristallines de grande dimension, échoués au pied de la falaise, où ils se montrent disposés en deux séries, la première située en avant de la jetée du pont du Hale, la seconde s'étendant depuis le commencement de la falaise jusqu'à la corne ouest de la petite anse de Saint-Pierre-du-Mont, soit sur une étendue de 1500^m.

» Ces blocs, qui dépassent tous la dimension de 1^{mc} et peuvent atteindre $2^m,50$ de diamètre sur $1^m,60$ de haut, sont constitués par des granulites, les unes à grands cristaux d'orthose et de mica noir, les autres euritiques, riches en mica blanc, avec fragments engagés de gneiss granulitiques, par des granites à grain fin et surtout par des granites à amphibole, offrant cette particularité intéressante d'être lardés de fragments de diorite. Dans la rangée adossée à la falaise, on rencontre ensuite une amphibolite fournissant un bloc de $1^m,15$ de diamètre sur $0^m,80$ de haut, une remarquable pegmatite à amphibole, enfin un bloc d'arkose des grès pourprés. Le transport de pareils blocs par des glaces flottantes ne pouvant faire de doute, la question de provenance restait seule à résoudre; à cet effet j'ai soumis à l'examen de M. Ch. Barrois une collection d'échantillons prélevés sur chacun de ces blocs; il a reconnu que tous devaient appartenir à des massifs en place dans les régions de l'ouest, en Bretagne et surtout dans le Cotentin, en particulier en ce qui concerne les granites à amphibole qu'on sait être très répandus dans cette région ; il en est de même pour le granite franc et l'amphibolite. L'arkose peut égale-

ment compter parmi les roches les plus caractéristiques du silurien de cette région.

» D'autre part, M. A. Geikie, directeur du *Geological Surwey* de Londres, à qui j'ai soumis la même collection, a reconnu l'identité de trois de ces blocs (*Granite à amphibole*, *Granulite à mica noir*, *Pegmatite à amphibole*) avec ceux contenus dans le *Boulder-Clay* de Selsy-Bill, sur la côte anglaise située en face de Grand-Camp.

» Dans ces conditions, on peut concevoir le Cotentin, exhaussé à l'époque glaciaire, partageant le sort de la Scandinavie, c'est-à-dire couvert de glaciers locaux qui devaient occuper dans le sud-est un système de vallées étroites et profondes, dont le littoral du golfe de Carentan porte encore la trace. Les profondes échancrures qui le découpent, projetant dans l'intérieur du continent des golfes étroits et ramifiés, maintenant comblés par les atterrissements, attestent la présence, en ce point, de véritables fjords qui devaient chacun anciennement servir de lit à un glacier. Ce sont alors les glaces flottantes, dues à la rupture continuelle du front de ces glaciers à leur débouché dans la mer, qui ont disséminé ces blocs sur la côte normande, poussés par les courants de marée et par les vents d'ouest.

» Un affaissement de cette partie de la côte, attesté par l'existence de forêts sous-marines à la Hougue, a suivi. Actuellement, ces golfes profonds, comblés graduellement par les atterrissements, sont couverts de cultures et de marais, et les eaux courantes, issues de bassins de réception très rétrécis, à thalweg faiblement incliné, sont conduites à la mer par des canaux artificiels : le chenal d'Isigny à l'est, qui concentre les eaux de l'Aure et de la Vire, celui de Carentan à l'ouest, qui réunit celles de la Douve et de la Taute.

» La baie des Weys offre ainsi un remarquable exemple des conquêtes faites par la mer sur le domaine maritime par les atterrissements. Les traditions l'indiquent comme barrée autrefois par un cordon de dunes. Sa surface, alors à l'état de moères, était couverte de lacs tourbeux, au-dessous du niveau de la mer. Des invasions successives de la mer, en arrière de ce cordon littoral, qui a fini par être rompu vraisemblablement par les tempêtes d'équinoxe, sont attestées par la présence, sur les bancs de tourbe, de sables coquilliers remplis de pectuncles, atteignant jusqu'à 3^m d'épaisseur, et qui ont été amenés par le raz de Barfleur, c'est-à-dire par un courant qui descend de la Hougue, longeant toute cette partie de la côte est du Cotentin, où se tiennent en grand nombre les pectuncles.

» Ces faits sont conformes aux observations de M. Ch. Barrois qui, depuis longtemps, a signalé, sur les côtes de Bretagne (Kerguillé), un poudingue dont les matériaux ont été, en majeure partie, transportés par des glaces flottantes. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'éruption de l'Etna de mai et juin* 1886 (¹).
Lettre de M. H. SILVESTRI à M. Daubrée.

« On peut résumer les faits les plus intéressants de la manière suivante :

» 1° L'éruption excentrique, commencée le 19 mai, à 0^h30^m du matin, a cessé le 7 juin; sa durée fut donc de vingt jours.

» 2° Le plus haut période de l'énergie éruptive dura depuis le commencement du phénomène jusqu'à la nuit du 23 au 24 mai. A partir du 24 mai jusqu'au 26 du même mois, on remarqua une période d'intermittence, quoique l'éruption fût toujours assez considérable; enfin, depuis le 26, elle alla s'atténuant jusqu'à ce qu'elle cessât.

» 3° Cette fois l'appareil éruptif qui a occasionné les déjections de la lave fragmentaire (sous forme de blocs, bombes, lapillos et sables) et l'épanchement de la lave sous forme de coulée ont été d'une simplicité extraordinaire par rapport à l'Etna. C'est que la dernière éruption a éclaté au-dessus d'une déchirure qui s'était formée en 1883 et que l'appareil éruptif en question en occupe à peine 1^{km}. Il faut rappeler que, pendant l'éruption célèbre de 1879, l'appareil éruptif était constitué de nombreux éléments complexes répandus sur une déchirure de 10^{km}.

» L'appareil éruptif récent était constitué d'un *cratère de déjection* et d'un système de bouches destinées à l'émission de la lave, qu'on appelle vulgairement *bocche di fuoco*.

» *Cratère de déjection*. — Tout d'abord, quand l'éruption excentrique éclata, on eut un véritable cratère d'explosion, c'est-à-dire un grand creux ou gouffre éruptif qui, comme je viens de le dire, s'était formé sur le côté méridional de l'Etna, à 1400^m sur le niveau de la mer, presqu'au centre de la vallée, en forme de butte, entre Monte Nero au nord et Monte Grasso au sud. En peu de temps le cratère d'explosion, grâce à ses abondantes déjections, fut transformé en un mamelon qui, par ses accrois-

(¹) Voir *Comptes rendus*, même Volume, p. 1221.

sements successifs, acquit bientôt l'importance d'un mont cratériforme ou cratère de déjection ayant 140^m de hauteur au-dessus du sol voisin.

» Les matériaux qui composent la masse du mont sont des débris de différentes couches superposées de laves préhistoriques et historiques qui constituent le sol et le sous-sol de la vallée; ces débris sont en outre mêlés aux déjections de lave moderne.

» Le plus haut période d'énergie dans les déjections du cratère dura depuis le commencement de l'éruption jusqu'à la nuit du 23 mai; c'était au milieu des ténèbres un spectacle imposant pour Catane et pour tous les centres peuplés jusqu'à l'extrémité sud de la Sicile orientale. Depuis le 24 mai jusqu'au 28, les déjections devinrent intermittentes et, dès cette époque, elles s'affaiblirent toujours plus et furent remplacées par d'abondantes déjections de sable noir, qui caractérisa la phase d'activité décroissante. On peut donc affirmer que la masse principale du nouveau mont s'est constituée en neuf jours.

» *Bouches d'émission de la lave.* — Elles se présentent sous forme d'éminences rocheuses de lave scoriacée se succédant les unes aux autres à peu de distance, à peu près sur la ligne de la déchirure nord-nord-est-sud-sud-ouest qui, plus bas, traverse aussi le flanc oriental du Monte Grosso qui est tout près de là. D'abord on vit sortir de cette partie de la déchirure une abondante quantité de lave qui, étant très fluide, inonda bientôt partiellement la vallée; mais après, les conditions du terrain étant changées, il se détermina quatre centres principaux et distincts pour l'émission de la lave. Chacun d'eux, réunissant autour de lui les scories qui s'étaient peu à peu formées dans le bouillonnement de la lave, parut bientôt sous forme de monticule sans flancs vers le midi, ayant au nord le dos; de là se détachent deux *moraines* latérales divergentes, qui bordent les lits où coulait la lave; ces lits sont obliques les uns par rapport aux autres. Les cours de la lave, sur un petit espace, restèrent séparés; mais ils finirent par se réunir et donner origine au grand courant auquel contribuaient toutes les bouches. La plus grande est celle qui se trouve immédiatement près du cratère; elle a cessé la dernière et acquis le plus d'importance.

» 4° On a calculé approximativement le débit de tout l'ensemble des bouches de lave pour 40^{mc} à 60^{mc} à la seconde. Pendant les trois premiers jours, la lave avait parcouru environ 4^{km} avec une vitesse initiale de 40^m à 60^m par minute tout près des bouches; après, en raison de la distance

et de l'agglomération progressive, cette vitesse se réduisit à une moyenne de 18^m à 20^m par heure sur le front extrême d'avancement. Par suite de ralentissements, il ne lui fallut pas moins de treize jours pour occuper l'espace de $2^{km},5$ et parvenir à peu de distance de Nicolosi. Le 30, à 2^h de l'après-midi, il ne lui restait plus à parcourir que 500^m à peu près pour envahir Nicolosi. Le danger était imminent, la plus grande partie des habitants avaient déjà émigré. Cependant le village fut sauvé; car, le 3 juin, après les derniers efforts éruptifs, la lave s'arrêta à 327^m des premières habitations avec son front extrême. A partir de son point d'origine, elle avait parcouru, en tout, $6^{km},5$. Si l'on donne un coup d'œil à l'ensemble de l'écoulement de la lave, il faut reconnaître que la quantité de la matière vomie a été fort considérable par rapport à la courte durée de l'éruption. D'après une supputation qui, pour le moment, est approximative, on croit que la lave a occupé une surface de $5^{kmq},5$ avec une puissance moyenne de 12^m, ce qui donne le volume approximatif de 66 millions de mètres cubes.

» Depuis le 24 mai, le nouveau cratère lança de grandes quantités de sable, qui produisit un épais brouillard et tomba en abondance pendant plusieurs jours en Sicile et en Calabre. La déjection de sable caractérisa la phase décroissante de la force éruptive.

» Le 29 mai, l'éruption s'étant affaiblie, de fréquents tremblements de terre se firent entendre de nouveau çà et là dans les centres peuplés de l'Etna, surtout à Zafferana-Etnea, à Randozzo, Linguaglossa, Giarre. La nuit du 2 juin, un choc violent produisit des fentes dans les maisons et sur les rues à Aci-Patané, près d'Aci-Reale. Toutefois, le tremblement de terre le plus remarquable eut lieu le 5 juin, à $12^h 15^m$ après midi, et fut sensible pour toute la région de l'Etna et pour l'ancienne région phlégréenne de la Sicile méridionale. Un mouvement d'abord ondulatoire, puis sussultoire, dura de huit à dix secondes, avec une intensité telle qu'il détermina des ruines.

» A la fin des phénomènes éruptifs excentriques, le cratère extrême central de l'Etna qui, après son importante éruption du 18 mai, n'avait présenté que des émissions interrompues de vapeurs blanches et légères, le 2 juin, recommença une éruption continuelle en émettant une épaisse fumée chargée d'une grande quantité de cendre très fine : jusqu'au moment où j'écris, elle se répand dans l'air et se laisse transporter par les vents à des distances considérables.

» Enfin, un autre fait digne de remarque pendant ce mouvement éruptif de l'Etna, c'est que l'ancienne mofette (dont le gaz a été plusieurs fois analysé par Sainte-Claire Deville, par M. Fouqué et par moi-même), dite le *Lago dei Palici* ou *Naftia*, dans la région phlégréenne de la Sicile méridionale, commença, le 23 mai, une éruption gazeuse qui agita continuellement les eaux et les fit même déborder. Le plus haut degré d'activité éruptive, accompagné par de sourds bruits souterrains, dura depuis le 23 jusqu'au 30 mai; à partir du 30 mai, le phénomène entra dans sa phase décroissante. Ce fait est une nouvelle preuve de la déduction synthétique que j'avançai après l'étude des phénomènes de l'Etna en 1878-79.

» Cette déduction me fit admettre une grande fracture qui, de nord-nord-est à sud-sud-ouest, traverse les profondeurs de la Sicile méridionale et en réunit la volcanicité ancienne et moderne. Je crois que cette fracture peut être considérée comme le siège des phénomènes actuels de l'Etna. »

La séance est levée à 5 heures. A. V.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 28 juin 1886.

Règlements intérieurs de l'Académie des Sciences. Paris, Gauthier-Villars, 1886; in-8°. (Deux exemplaires.)

Chimie végétale. La Ramie; par M. E. Fremy. Paris, Dunod, 1886; in-8° relié.

Les hypothèses cosmogoniques. Examen des théories scientifiques modernes sur l'origine des mondes, suivi de la traduction de la Théorie du Ciel *de Kant; par* M. Wolf. Paris, Gauthier-Villars, 1886; in-8°.

Les âges préhistoriques de l'Espagne et du Portugal; par M. E. Cartailhac. *Préface par* M. A. de Quatrefages. Paris, Reinwald, 1886; 1 vol. grand in-8° illustré. (Présenté par M. de Quatrefages.)

Préface pour « Les âges préhistoriques de l'Espagne et du Portugal »; par M. A. de Quatrefages. Paris, Reinwald, 1886; br. in-8°.

La végétation de la région lyonnaise et de la partie moyenne du bassin du Rhône; par le Dr ANT. MANGIN. Bâle, Lyon, Genève, H. Georg, 1886; in-8°. (Présenté par M. Duchartre.)

Mémoire sur les grottes de Sarxgel, adressé à l'Académie des Sciences; par L. PUECH. Saint-Affrique, impr. Cellier, 1886; opuscule in-4°.

Académie des Sciences et Lettres de Montpellier. Mémoires de la Section de Médecine; t. VI, Ier fascicule, années 1885-1886; *Mémoires de la Section des Lettres;* t. VII, IIIe fascicule, années 1885-1886. Montpellier, Boehm, 1886; 2 vol. in-4°.

Liste alphabétique de la correspondance de Christiaan Huygens qui sera publiée par la Société hollandaise des Sciences à Harlem. Harlem, Jean Enschedé, sans date; br. in-4°.

Les intégraphes. La courbe intégrale et ses applications. Étude sur un nouveau système d'intégrateurs mécaniques; par B. ABDANK-ABAKANOWICZ. Paris, Gauthier-Villars, 1886; in-8°.

Leçons sur le traitement de la fièvre typhoïde; par A. ROBIN. Paris, G. Masson, 1886; in-8°.

De la myopathie atrophique progressive; par MM. LANDOUZY et DEJERINE. Paris, F. Alcan, 1885; in-8°.

Des paralysies générales spinales à marche rapide et curable; par MM. LANDOUZY et DEJERINE. Paris, sans date; br. in-8°. (Extrait de la *Revue de Médecine.*)

(Ces trois derniers Ouvrages sont présentés par M. Vulpian pour le concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Études sur les premiers principes de la Science économique; par G. FAUVEAU. Paris, Gauthier-Villars et Guillaumin, 1886; br. in-8.

Archives néerlandaises des Sciences exactes et naturelles, publiées par la Société hollandaise des Sciences à Harlem; t. XX, 5e livr. Harlem, les héritiers Loosjes, 1886; in-8°.

Memorie della regia Accademia di Scienze, Lettere ed Arti in Modena; serie II, vol. III. Modena, 1885; in-4°.

Atti della R. Accademia dei Lincei, 1883-1884; serie terza. *Memorie della Classe di Scienze fisiche, matematiche e naturali;* vol. XVIII et XIX; serie quarta, vol. II. Roma, Salviucci, 1884-1885; 3 vol. in-4°.

Antropologia mexicana. El hombre del Peñon. Noticia sobre el hallazgo de un hombre prehistorico en el valle de Mexico; por los prof. ANTONIO DEL CASTILLO y MARIANO BARCENA. Mexico, tip. de la Secretaria de Fomento, 1885; br. in-8°. (Deux exemplaires.)

Cape of Good Hope. Ministerial department of Crown lands and public Works. Report of the surveyor general for the year 1885; in-f°. (Présenté par M. l'amiral Mouchez.)

Nederlandsch-Chineesch Woordenbock; Deel I, aflevering IV. Leiden, Brill, 1886; in-8°.

Catalogue of the Echinodermata in the Australian Museum; by E.-P. RAMSAY. Part. I, *Echini. Desmosticha and Petalosticha*. Sydney, F.-W. White, 1885; in-8°.

Nineteenth annual Report of the Provost to the Trustees of the Peabody institute of the city of Baltimore, june 1, 1886. Baltimore, Friedenwald, 1886; br. in-8°.

Descriptive Notes on Papuan plants; by baron FERD. VON MUELLER; VIII. Sans lieu ni date; br. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 15 juin 1886.)

Page 1379. Déclinaison à Langeac (Haute-Loire, *au lieu de* 19°50′,0, *lisez* 14°59′,0.
Même page, 1re ligne après le tableau, *au lieu de* Belfort (13°59′,8), *lisez* Monaco (13°10′,5).

(Séance du 21 juin 1886.)

Page 1490, ligne 2 en remontant, *au lieu de* 1874, *lisez* 1884.
Page 1491, ligne 1, *au lieu de* 85,29, *lisez* 89,29.

FIN DU TOME CENT-DEUXIÈME.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JANVIER — JUIN 1886.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME CII.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

U

V

Z

TABLE DES AUTEURS.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

U

V

W

Z

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.
11613 Paris. — Quai des Augustins, 55.